HANDBUCH

DER

SPECTROSCOPIE

VON

H. KAYSER

PROFESSOR DER PHYSIK AN DER UNIVERSITÄT IN BONN

FÜNFTER BAND

MIT 2 TAFELN UND 3 FIGUREN

LEIPZIG

VERLAG VON S. HIRZEL

1910.

Druck von J B Hirschfeld, Leipzig

VORWORT ZUM FÜNFTEN BANDE.

Nach dem ursprünglichen Plan dieses Werkes sollte der vierte Band die speciellen Kenntniße für die einzelnen Elemente bringen. Inzwischen hat der dritte Band wegen des allzu reichlichen Materials in zwei zerlegt werden müssen, und auch für die Spectra der Elemente ist die Litteratur und die Angaben so zahlreich, daß eine Theilung sich nothwendig machte.

So bringt dieser fünfte Band des Werkes nur die erste Hälfte der Elemente bis N, der sechste Band wird die übrigen Elemente und allgemeine Tabellen enthalten. Ich hoffe ihn in nicht allzu langer Zeit folgen lassen zu können, und damit die physikalische Spectroscopie abzuschließen.

Auch bei diesem Bande bin ich Herrn Prof. Konen in Münster vielfachen Dank schuldig geworden. Er hat einzelne Elemente bearbeitet Br, Cl, Cs, J, K, Li[1]), er hat mit mir Correctur gelesen, er hat mir Vergrößerungen einiger Bandenspectra angefertigt, endlich verdanke ich ihm manche nützliche Bemerkung oder Hinweis auf eine übersehene Abhandlung.

Der Druck hat bereits im Mai 1909 begonnen, bei den ersten Elementen wird man also nur die Litteratur bis Ende 1908 vollständig erwarten dürfen. Bei jedem einzelnen Elemente ist aber soweit möglich die Litteratur benutzt, die bis zur Absendung des Manuscriptes erschienen war, und noch während der Correctur ist Einiges nachgetragen worden.

Ganz besondere Sorgfalt ist auf die Tabellen verwandt worden; beim Lesen der Correctur ist immer mit den Originalen verglichen, und ich hoffe, daß die Zahl der Druckfehler auf ein Minimum beschränkt sein wird. Freilich finden sich auch in den Originalen Druckfehler, in manchen sogar recht viele, sie ließen sich aber häufig durch Vergleich mit anderen Messungen verbessern, und das habe ich dann immer gethan.

---

[1]) Bei K ist die Bemerkung im Text, daß dieser Abschnitt von Prof. Konen stammt, leider vergessen worden.

Ich hoffe, daß dieser Band sich wie seine Vorganger nutzlich fur den Fortschritt der Spectroscopie erweisen wird, er ist practisch noch wichtiger als jene und wendet sich an einen großeren Kreis von Benutzern Wahrend die ersten Bande hauptsachlich fur solche bestimmt sind, die selbst in die Forschung eingreifen wollen, soll dieser und der folgende Band ein Nachschlagebuch fur Jeden sein, der irgend welche spectroscopische Daten braucht. Solche Daten zu finden, war bei der bisher vorliegenden zusammenfassenden Litteratur außerordentlich zeitraubend, wenn nicht unmoglich, es konnte eigentlich Niemandem, der nicht schon ein Jahrzehnt spectroscopisch arbeitet, zum Vorwurf gemacht werden, wenn er selbst wichtige Abhandlungen ubersah und langst erledigte Fragen von Neuem in Angriff nahm So, denke ich, werden diese Bande einerseits viel Zeit sparen, andererseits zu weiteren Arbeiten anregend wirken

Bonn, Juni 1910

H Kayser

INHALTSVERZEICHNIS.

EINLEITUNG.

In diesen Bänden sollen für jedes einzelne Element alle spectroscopischen Kenntnisse zusammengestellt werden, um dem Leser ein möglichst vollständiges Bild von dem zu geben, was bisher erreicht ist und was zu thun noch übrig bleibt; ich hoffe, dieser Theil soll so eine Fundgrube für Lücken unserer Kenntnisse werden und ganz besonders zu ihrer Ausfüllung beitragen.

Die Zahl der Abhandlungen auf diesem Gebiete ist ausserordentlich gross, und die Arbeiten, die sich mit dem einen oder andern Spectrum beschäftigen, zählen nach Tausenden. Aber es sind verhältnissmässig wenige, die sich in systematischer Weise der mühsamen und nicht immer dankbaren Arbeit unterzogen haben, von vielen Elementen die verschiedenen Spectra zu untersuchen. Ich will zunächst in chronologischer Reihenfolge eine Liste derjenigen geben, welche sich in dieser Richtung besonders verdient gemacht haben, und ihre Arbeiten, die Hauptfundgruben für diesen Band, anführen.

G. Kirchhoff, Untersuchungen über das Sonnenspectrum und die Spectren der chemischen Elemente. Abhandl. Berlin. Akad. 1861 p. 63—95, 1863 p. 227—240. Es finden sich hier Messungen im sichtbaren Spectrum von Ag, Al, As, Au, Ba, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Di, Fe, H, Hg, Ir, K, La, Li, Mg, Na, Ni, Pt, Rb, Ru, Sb, Si, Sn, Sr, Zn. Die Messungen sind nach einer willkürlichen Scala gemacht worden. Später sind sie auf Ångströmsche Werthe reducirt worden durch W. Gibbs (Americ. J. (2) **43** p. 1—10 (1867), ibid. (2) **45** p. 298—301 (1868), ibid. (2) **47** p. 194—210 (1869)), G. B. Airy (Phil. Trans. **158**, I p. 29—55 (1868), ibid. **162**, I p. 89—110 (1872)), W. M. Watts (Index of spectra, London bei Gillmann 1872), B. Hasselberg (Bull. Ac. St. Pétersb. **25** p. 131—146 (1879)). In neuerer Zeit hat J. Hartmann (Berl. Ber. 1898 p. 742—756) Formeln für die einzelnen Stücke des Kirchhoffschen Spectrums aufgestellt, welche eine weit genauere Berechnung gestatten würden, — wenn sich das lohnte. Gewöhnlich werden die Angaben von Watts genommen.

W. Huggins, On the spectra of some of the chemical elements. Phil. Trans. **154**, II p. 139—160 (1864). Die Messungen beziehen sich auch auf Funkenspectren und sind nach willkürlicher Scala gemacht. Es sind viel mehr Linien gemessen als von Kirchhoff. Die Umrechnung auf Wellenlängen ist auch von W. Gibbs (Americ. J. (2) **47** p. 194—218 (1869)) und von W. M. Watts (Index of spectra) ausgeführt werden. Untersucht sind folgende Elemente: Luft, N, O, Na, K, Ca, Ba, Sr, Mn, Tl, Ag, Te, Sn, Fe, Cd, Sb, Au, Bi, Hg, Co, As, Pb, Zn, Cr, Os, Pd, Pt, Li.

A. J. Ångström, Recherches sur le spectre normal du soleil. Upsala bei W. Schultz 1868. — Hier sind zum ersten Mal die Linien nach Wellenlängen gemessen, beruhend auf dem Werthe $D_1 = 5895.13$. Die Ångströmschen Zahlen sind bis zur Zeit Rowlands, also etwa bis 1893, maassgebend geblieben, trotzdem die fehlerhafte Grundlage schon 1884 von Thalén mitgetheilt wurde. Es finden sich hier Messungen folgender Elemente: Ca, Ba, Fe, H, Ti, Ni, Cu, Na, Mn, Cr, Mg, Co, Zn, Al.

R. Thalén, Mémoire sur la determination des longueurs d'onde des raies metalliques. Nova acta reg. soc. sc. Upsal. (3) **6** (1868). Die Messungen betreffen im Wesentlichen Funkenspectra, in einzelnen Fallen ist auch der Bogen beobachtet. Die Zahlen sind durch Vergleich mit dem Ångstromschen Sonnenspectrum gewonnen. Untersucht wird naturlich wieder nur der sichtbare Theil der Spectra von K, Na, Mg, Al, Fe, Co, Ni, Zn, Cd, Pb, Tl, Bi, Cu, Hg, Ag, Au, Sn, Pt, Pd, Os, Sb, Te, In, Li, Cs, Rb, Ba, Sr, Ca, Be, Zr, Er, Y, Th, Mn, Cr, Di, La, U, Ti, Wo, Mo, V, As, ferner das Luftspectrum.

Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux, Paris 1874 bei Gauthier-Villars. — Die Spectra sind mit einem Prismenapparat in vollendeter Weise gezeichnet, die Wellenlangen berechnet. Die meisten Spectra sind durch Funken nach Losungen erhalten, doch finden sich auch Flammenspectra und einzelne Absorptionsspectra. Untersucht werden: Funken in Luft, Funken nach Salzsaure, Leuchtgasflamme, Cs, Rb, K in Flamme, K, Na Funke, Na, Li in Flamme, Li Funke, Haloide von Ba, Ca, Sr in Flamme und mit Funke, Di und Er in Absorption, Er Emission der festen Erde, Funken von Mg, Al, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Cd, In, Sn, Bi, Pb, Cu, Ag, Au, Pt, Pd, Mn, Tl, Cu, Au, B in Flamme.

A. J. Ångstrom u. R. Thalén, Recherches sur les spectres des métalloides. Nova acta reg. soc. sc. Upsal. (3) **9** p. 1—34 (1875). Enthalt die ersten Messungen an Bandenspectren von C und N.

G. D. Liveing and J. Dewar. Zahlreiche Abhandlungen, welche in den Jahren 1878 bis etwa 1890 meist in den Proc. Roy. Soc. erschienen sind, beschaftigen sich mit vielen Elementen. Besonders hervorzuheben sind die Untersuchungen uber Mg und C-Verbindungen. Ferner: On the ultra-violet spectra of the elements. Phil. Trans. **174**, I p. 187—222 (1883), Phil. Trans. **179** A p. 231—255 (1888). Hier werden gemessen das Funken- und Bogenspectrum des Eisens, Linien von K, Na, Li, Ba, Sr, Ca, Zn, Au, Tl, Al, Pb, Sn, Sb, Bi, C, endlich die Spectra von Ni und Co.

W. N. Hartley and W. E. Adeney, Measurements of the wave-lengths of lines of high refrangibility in the spectra of elementary substances. Phil. Trans. **175**, I p. 63—137 (1884). Enthalt die kurzwelligen Theile der Funkenspectra von: Luft, Mg, Zn, Cd, Al, In, Tl, Cu, Ag, C, Sn, Pb, Te, As, Sb, Bi, Hg. Die Spectra sind sehr linienreich, die Genauigkeit wird auf 0,5 A. geschatzt.

H. Kayser und C. Runge, Ueber die Spectren der Elemente. Abhandl. Berlin. Akad. 1888—1894. Enthalt Messungen der Bogenspectra von etwa den D-Linien an fur: Fe, Kohle und Cy-Banden, Li, Na, K, Rb, Cs, Cu, Ag, Au, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Hg, Al, In, Tl, Sn, Pb, As, Sb, Bi.

B. Hasselberg hat zahlreiche Abhandlungen uber Spectren von Elementen veroffentlicht, namentlich seit 1890 in den Kongl. Svensk. Vet. Akad. Handl. — Aus fruherer Zeit waren zu nennen: H (Mem. acad. St. Petersb. (7) **30** (1882), ibid. (7) **31** (1883), Bull. acad. St. Petersb. **30** p. 14—22 (1885)), N (Mem. acad. St. Pétersb. (7) **32** (1885)), dann Al, Cr, Ti, Co, Ni, Mn, V, Mo, Wo.

H. A. Rowland, A new table of standard wave-lengths. Astronomy and Astrophys. **12** p. 321—347 (1893), Phil. Mag. (5) **36** p. 49—75 (1893). Enthalt einzelne Linien zahlreicher Elemente uber das ganze Spectrum vertheilt. Die Zahlen haben seitdem die Grundlage aller genauen Messungen gebildet, sie beruhen auf $D_1 = 5896\,156$. Schon fruher hatte Rowland eine ahnliche Tabelle veroffentlicht: Phil. Mag. (5) **27** p. 479—484 (1889), in welcher $D_1 = 5896\,080$ angenommen ist.

Spater hat Rowland veroffentlicht: Preliminary table of solar spectrum wave-lenghts, Astrophys. J. **1** bis **6** (1895—1897), auch als besonderes Buch Chicago, University press 1896, herausgekommen. Diese Tabelle enthalt alle Fraunhoferschen Linien, welche Rowland messen konnte, mit dem chemischen Ursprung, soweit er ihn feststellen konnte; es finden sich daher zahlreiche Linien der meisten Elemente. Ferner hat Rowland mit Schulern noch die Hauptlinien einiger Elemente gemessen: B und Be (Astrophys. J. **1** p. 14—17 (1895)), Ge (Astrophys. J. **1** p. 149—153 (1895)), Pt und Os (Astrophys. J. **2** p. 184—187 (1895)), Rh, Ru, Pd (Astrophys. J. **3** p. 286—291 (1896)), V (Astrophys. J. **7** p. 273—294 (1898)), Zr und La (Astrophys. J. **7** p. 373—389 (1898)). — Die Messungen beziehen sich durchweg auf den Bogen.

J M Eder u E Valenta haben eine grosse Anzahl spectroscopischer Untersuchungen meist in den Denkschrift Wien Akad veröffentlicht, etwa von 1893 an Sie sind dann gesammelt erschienen in Beiträge zur Photochemie und Spectralanalyse, Wien 1904, K K Graphische Lehr und Versuchsanstalt — Die Arbeiten enthalten Bogen-, Funken- und Flammenspectra und sind durch prachtvolle photographische Reproductionen der Spectra ausgezeichnet Man findet hier Angaben über Al, Ag, Au, B, Br, C, Ca, Cl, Cd, Co, Cu, Hg, K, Li, Na, Ni, Fe, Mg, Pb, Si, Sn, Sr, Tl, Zn, H_2O, NH_3

W N Hartley, Flame spectra at high temperatures Phil Trans **185 A** p 161—212, 1029—1091 (1894), ferner W N Hartley and H Ramage, Banded flame spectra of metals Trans Roy Dublin Soc (2) 7 p 339—352 (1901) — Diese Arbeiten enthalten die Flammenspectra zahlreicher Elemente, namentlich die dabei auftretenden Banden

E Demarçay, Spectres électriques Paris bei Gauthier-Villars 1895 Enthalt Spectra der Funken nach Losungen Neben Bemerkungen uber zahlreiche Elemente finden sich Messungen fur HCl, Bi, Ca, Cr, Co, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, Nb, Pt, Pb, Si, Ta, Ti, V, Wo, Zr. Ein Atlas gibt die Photographien dieser Spectra

Fr Exner und E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente, Wien Ber 1895—1901 Die grosse Reihe von Abhandlungen enthalt die Funkenspectra fast aller Elemente von etwa 4700 A abwarts

H Kayser, Ueber die Spectren des Argon Berl Ber 1896 p 551—564 — Ueber die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe Abhandl Berlin Akad 1897 — Die Bogenspectren von Yttrium und Ytterbium, Abhandl Berlin Akad 1903

Damit sind nur die wesentlichsten Arbeiten genannt, welche Angaben uber viele Elemente bringen, und auf solche allein habe ich mich beschranken wollen, anderenfalls konnte die Liste beliebig verlangert werden und es waren zum Beispiel zahlreiche Abhandlungen von Lockyer zu nennen

Es sind noch einige Zusammenstellungen spectroscopischer Resultate anzufuhren In den Rep Brit Ass finden sich seit 1878 zahlreiche Verzeichnisse von Wellenlangen Dieselben sind dann auch vereinigt herausgegeben in

W M Watts, Index of Spectra, Manchester bei Abel Heywood and Son 1889, mit vielen Nachtragen, deren letzter 1904 ebenda erschienen ist Dieselben enthalten ausser den Wellenlängen auch die Schwingungszahlen, und die Correcturen, die zu beiden hinzuzufügen sind, um aufs Vacuum zu reduciren

F Exner und E Haschek, Wellenlangen-Tabellen fur spectralanalytische Untersuchungen auf Grund der ultravioletten Funkenspectren der Elemente Leipzig und Wien bei Deuticke 1902, 83+192 pp 8° Die Tabellen enthalten nur Messungen der Autoren, stellen also insofern ein besonders einheitliches und zuverlassiges Material vor Sie umfassen aber nur Wellenlangen, welche kleiner als 4700 A sind Der erste Theil giebt ein Verzeichniss der starksten Linien jedes Elementes und ein Verzeichniss der starkeren Linien aller Elemente, nach der Wellenlange geordnet. Der zweite Theil giebt ausfuhrliche Tabellen fur jedes Element Es sind nur Linienspectra berucksichtigt.

F Exner und E Haschek, Wellenlangen-Tabellen fur spectralanalytische Untersuchungen auf Grund der ultravioletten Bogenspectren der Elemente Leipzig und Wien bei Deuticke 1904, 89+213 pp 8° Auch diese Tabellen beruhen ausschliesslich auf eigenen Messungen der Autoren Die Anordnung ist die gleiche, wie beim vorigen Werke In der Einleitung sind auch einige Kanten von Banden gegeben, namlich von B, Ce, Cy, La, P, Si, Th.

A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectra der meisten Elemente nach photographischen Aufnahmen, mit erlauterndem Text Jena bei Fischer, 1905, 4°, 72 pp und 28 Tafeln Hier finden sich Bogen-, Funken, Flammenspectra, aufgenommen mit kleinem Concavgitter von 1 m Krummungsradius, etwa zwischen den Grenzen λ 7000 und λ 2400 Es fehlen nur einige seltene Erden und Ga, Ge, Ne, Kr

Bei der Vergleichung und Zusammenstellung der Messungen verschiedener Autoren für dasselbe Spectrum tritt eine grosse Schwierigkeit dadurch auf,

dass die Messungen auf verschiedenen Normalen beruhen [1]) Während bis Ende der achtziger Jahre das System von Ångstrom allgemein benutzt wurde, welches auf D_1 = 5895 13 beruht, ist später der von Rowland berechnete Mittelwerth D_1 = 5896 156 benutzt worden, für kurze Zeit auch der Werth von Bell 5896 080 (z B bei den ersten Messungen von Rowland, dem Eisenatlas von Kayser und Runge). Nun wäre es ja leicht, die älteren Messungen auf die neue Normale zu reduciren, z B die nach Ångstrom durch Multiplication mit $\frac{5896\ 156}{5895\ 13} = 1\ 000174$ Dadurch wurden die Wellenlängen um folgende Beträge vergrößert

bei	2000	3000	4000	5000	6000	7000
um	0 358	0 532	0 716	0 890	1 064	1 238

Aber ein Vergleich der von Ångstrom und von Rowland gemessenen Linien zeigt, dass die Messungen Ångstroms für heutige Ansprüche wenig genau sind. So findet Watts [2]), dass die Correctur bei 6600 1 2 betrage, bei 6800 0 7, bei 7000 1 5 Es zeigen sich also Schwankungen von 0 5 A, und die ganze Correctur wird illusorisch Für den Uebergang von der älteren Rowlandschen Scala auf die neuere ergeben sich die Correcturen

bei	2000	3000	4000	5000	6000	7000
	0 025	0 038	0 050	0 063	0 076	0 089

Die Messungen, bei welchen diese Correctur anzubringen wäre, sind zwar viel genauer, als die von Ångstrom, aber die Correcturen sind auch so viel kleiner, dass ihre Anbringung meist ebensowenig Zweck hat

So kommt man zu dem Schluss, dass die älteren Messungen überhaupt nicht zu gebrauchen sind, soweit sie die Wellenlänge betreffen, sondern dass sie nur Aufschluss über die Existenz einer Linie an ungefähr der betreffenden Stelle geben, in diesem Sinne behalten sie noch ihren Werth Ich werde daher in den Tabellen nirgends Correcturen anbringen, und die älteren Messungen, wenn irgend neuere existiren, nur in dem angedeuteten Sinne verwenden Liegen neuere Messungen nicht vor, so ist das eben ein Beweis, dass hier eine Lücke auszufüllen ist

Inzwischen hat sich bekanntlich herausgestellt, dass auch das Rowlandsche System sowohl absolut genommen falsch ist, als auch in sich Schwankungen zeigt, die über das mit den heutigen Mitteln Erreichbare weit hinausgehen Namentlich den Arbeiten von Fabry und Perot [3]) verdanken wir diese Erkenntniss Eine absolute neue Grundlage ist bereits vorhanden durch die Messung der rothen Cd-Linie durch Benoît, Fabry und Perot [4]), welche

1) Vgl Bd I Kapitel VI

2) W M Watts, Index of spectra p VII

3) A Perot et Ch Fabry, Sur les longueurs d'onde des raies du spectre solaire et les corrections aux tables de Rowland Ann chim et phys (8) **1** p 5—8 (1904), Astrophys J **19** p 119–120 (1904) —

4) R Benoît, Ch Fabry et A Perot, Détermination de la longueur d'onde de la raie rouge du Cadmium, étalon fondamental des longueurs d'onde. Trans. Internat Union f Sol Res **2** p 109—137 (1908)

vortrefflich mit der älteren von Michelson[1]) übereinstimmt. Es handelt sich nun darum, von dieser Linie ausgehend ein System von Normalen zu schaffen, aber nicht nach der Coincidenzmethode[2]), die Rowland anwandte, denn auch sie hat sich inzwischen als unbrauchbar erwiesen[3]). So hat die Internationale Vereinigung zur Sonnenforschung beschlossen[4]), es sollten durch die ganze Länge des Spectrums Normalen zweiter Ordnung aus dem Eisenbogen in Abständen von nicht mehr als als 50 A nach einer Interferenzmethode mit Hilfe der rothen Cd-Linie gemessen werden, dann zwischen ihnen genügende weitere Linien als Normalen dritter Ordnung im Gitterspectrum interpolirt werden. Die Cd-Linie ist sicher richtig bis auf 0.001 A, die Normalen zweiter Ordnung sollen eine Genauigkeit von 0.002 bis 0.003 A erhalten, und dasselbe wird sich für die Normalen dritter Ordnung erreichen lassen.

Wenn dies Ziel erreicht ist, werden sicherlich die grossen Differenzen, welche sich jetzt noch bei Messungen verschiedener Beobachter finden, verschwinden. Sie beruhen, — abgesehen natürlich von schlechten Messungen oder schlechten Aufnahmen, — ausschliesslich auf der Benutzung verschiedener Normalen.

Der zweite Schritt zur Erreichung dieses Zieles liegt bereits in der Messung der Normalen zweiter Ordnung durch Fabry und Buisson[5]) vor. Sobald ihre Zahlen durch andere bestätigt sind, wird der letzte Schritt leicht zu machen sein, und dann wird es an der Zeit sein, die Spectra sämmtlicher Elemente nach dem neuen Maassstabe einheitlich festzustellen. Vorläufig aber muss ich mich bei der Aufstellung der Tabellen noch mit dem recht unbefriedigenden jetzigen Material begnügen. Man wird kaum sagen können, dass die heute erreichte Uebereinstimmung viel weiter als 0.1 A geht.

Eine weitere Schwierigkeit, die sich bei der Aufstellung von Tabellen erhebt, liegt in der Schätzung der Intensitäten. Jeder Beobachter macht sich willkürlich eine Scala zurecht, nach welcher er mehr oder weniger genau die Intensitäten durch Zahlen bezeichnet, wobei die schwachste Linie heute allgemein mit kleinen Zahlen, 1 oder 0, die stärkeren mit wachsenden Zahlen bezeichnet werden. In der Regel geht man nicht über 10 hinaus, doch sind auch Zahlen bis 1000 angewandt. Früher war es auch üblich, die stärksten Linien mit 1 zu bezeichnen, z. B. Kayser und Runge haben ihre Angaben so gemacht, in diesen Fällen habe ich die Intensitätsangaben umgerechnet.

Man muss sich aber darüber klar sein, dass solche Schätzungen durchaus willkürlich und nicht vergleichbar sind aus vielen Gründen.

---

1) Siehe Bd. I p. 710 ff. 2) Siehe Bd. I p. 716 ff.

3) A. A. Michelson, On the spectra of imperfect gratings. Astrophys. J. **18** p. 278 bis 286 (1903). H. Kayser, Ueber Wellenlangen-Normalen. Zs. f. wiss. Photogr. **2** p. 40—57 (1904), Astrophys. J. **19** p. 157—161 (1904).

4) Siehe Trans. Internat. Un. f. Sol. Res. **1** p. 230 (1906).

5) Ch. Fabry et H. Buisson, Mesures de longueurs d'onde dans le spectre du fer pour l'établissement d'un système de repères spectroscopiques. C. R. **143** p. 165—167 (1906), Astrophys. J. **25** p. 362—363 (1907), Trans. Internat. Un. f. Sol. Res. **2** p. 138—170 (1908).

1 Hat wohl kein Beobachter versucht, dies Anwachsen der Zahlen nach einem bestimmten Gesetze stattfinden zu lassen, noch viel weniger ist von allen das gleiche Gesetz zu Grunde gelegt worden[1]).

2 Eine genaue Messung der Intensitat ist uberhaupt unmoglich, denn dabei ware nicht nur die Dunkelheit der photographirten Linie, sondern auch ihre Breite, Scharfe u s. w in Rucksicht zu ziehen Man konnte etwa daran denken, — wenn sich das practisch ausfuhren liesse, — die Menge des durch eine Spectrallinie reducirten Silbers als Maass der Intensitat zu nehmen, aber es giebt sehr feine ausserordentlich schwarze Linien, daneben sehr breite ganz schwache, und es konnte die Silbermenge in letzteren grosser sein als in ersteren, obgleich kein Mensch daran denken wurde, sie als starker zu bezeichnen Ausserdem wurden die starkeren Linien, die in kurzer Zeit die Platte durch und durch reduciren, gegen die schwacheren desto mehr zu kurz kommen, je grosser die Expositionszeit war

Es lohnt nicht, weiter darauf einzugehen Es ist leicht ersichtlich, dass bei der Schatzung der Willkur, der Uebung, der Natur der Platten der weiteste Spielraum gelassen ist.

3 Wenn somit schon bei Anwendung derselben Platten durch denselben Beobachter sich keine Constanz erreichen lasst, so wird die Ungenauigkeit noch grosser, wenn man die undefinirbaren Eigenschaften der Lichtquelle berucksichtigt Am schlimmsten ist das bei den Funkenspectren Je nach der Art der Erzeugung des Funkens, ob der Inductor gross oder klein ist, welcher Strom verwandt wird, ob und welcher Unterbrecher, oder ob Wechselstrom, wie viel Capacitat eingeschaltet wird u s w, andert sich die relative Intensitat der Linien Das Funkenspectrum kann fast alle Stadien bis zum Bogenspectrum durchlaufen, Wechselstrom und dickdrahtige Secundarspule liefern z B ein Spectrum, welches dem Bogenspectrum in Bezug auf Intensitaten naher steht, als dem Spectrum eines dunndrahtigen Inductors mit moglichst plotzlichen Unterbrechungen — Da aber alle diese Bedingungen nicht genau zu definiren, noch viel weniger zu reproduciren sind, so ist jedes Spectrum sui generis, und die Angaben verschiedener Beobachter unvergleichbar

So bleibt nichts anderes ubrig, als in den Tabellen die von jedem einzelnen gefundenen Intensitaten anzugeben, aber man erkennt auch, dass sie nur einen sehr begrenzten Werth haben, und dass es, vorlaufig wenigstens, keinen Zweck hatte, viele Muhe auf genauere Intensitatsangaben zu verwenden Das wird erst dann Zweck bekommen, wenn man einen tieferen Einblick in die Entstehung der electrischen Spectra gewonnen hat Nicht minder unsicher sind die Angaben uber das Aussehen der Linien Es sind z B die verschiedensten Bezeichnungen benutzt worden, um Unscharfe an-

1) Ich halte daher Schlusse, wie sie z B V Carlheim-Gyllenskold, Sur les luminescences causees par les rayons-canaux Ark f Mat Astron och Fysik 4 Nr 33 (1908) zieht, fur recht bedenklich

zugeben Was aber fur Unterschiede vorhanden sind, wenn derselbe Beobachter die Linien theils als unscharf, theils als verbreitert oder als undeutlich oder diffus oder neblig u s w bezeichnet, lasst sich nicht sagen Ausserdem hangt auch hier wieder das Aussehen ganz von den Erzeugungsbedingungen der Spectren, von der Expositionszeit u s w ab, und daher haben feinere Unterschiede wenig Werth Ich habe daher in den Tabellen alle verschiedenen Bezeichnungen fur Verbreiterungen durch unscharf (u) ersetzt, es wurde die Tabellen endlos machen, wenn man anders verfahren wollte

In die Tabellen habe ich nur diejenigen Messungen aufgenommen, welche mir die vollstandigsten und zuverlassigsten scheinen Nur wo genauere neuere Messungen fehlen, werden auch die alteren herangezogen

Ich habe ferner nur Bogen- und Funkenspectra angefuhrt Zur Vollstandigkeit gehorten eigentlich auch Flammenspectra, wobei noch zwischen Bunsenflamme und Knallgasflamme unterschieden werden konnte, ebenso wie man beim Funkenspectrum eigentlich von den Funken nach festen Electroden die nach Salzlosungen trennen musste Aber auch dadurch wurden die Tabellen unformlich werden Bogen und Funken nach festen Electroden gemeinsam geben in der Regel alle vorhandenen Linien, vollstandige Spectra, die andern Spectra stellen nur gekurzte Ausgaben derselben vor, und so genugt es, in Anmerkungen anzugeben, welche von den Linien unter anderen Bedingungen auftreten

Ich leugne nicht, dass es in manchen Fallen sehr interessant ware, eine vollstandige Tabelle zu haben, die etwa enthielte Funkenspectrum mit starkster condensirter Entladung zwischen festen Electroden, Funkenspectrum mit schwacherer Entladung, Funke nach Losung, Bogen mit starkem Strom, Bogen mit schwachem Strom, Knallgasflamme, Bunsenflamme; eventuell ware noch der Bogen in verschiedenen Gasen, der Funke und Bogen in Flussigkeiten, das Licht des Wehneltunterbrechers u s w hinzuzufugen Ich habe fur mich solche Tabellen fur einzelne Elemente zusammengestellt und gesehen, dass sie sehr instructiv sind Allein dann wurde dieser Abschnitt meines Werkes viele Bande fullen, und so habe ich davon abgesehen

Derselbe rein ausserliche Grund spricht auch in vielen anderen Fallen mit Die Detailangaben fur viele Spectra haben sich so gehauft, dass ihre vollstandige Anfuhrung nicht mehr moglich ist Wenn z B der Einfluss der Selbstinduction auf das Funkenspectrum eines Metalles genauer untersucht ist, womoglich von verschiedenen Beobachtern, so waren wieder eine ganze Reihe von besonderen Tabellen nothig

Dasselbe gilt vom Zeeman-Effect wenn fur jede Linie die Art der Zerlegung, wie sie von verschiedenen Beobachtern gefunden wurde, angegeben werden sollte, — was ich anfangs wegen der grossen Wichtigkeit dieses Characteristicums der Linien beabsichtigt hatte, — so wurde manches Element den Umfang vieler Bogen erhalten

Wenn beim Bogen die Druckverschiebung genau beobachtet worden ist,

wie es z. B. für Fe und Cu von Duffield geschehen ist, wenn man das stärkere oder schwächere Auftreten einzelner Linien an dem positiven oder negativen Pol im einzelnen anführen wollte, wenn man den Einfluss verschiedener Gase auf das Auftreten der Linien berücksichtigen wollte, u. s. w., so würde man zu Monographieen der einzelnen Spectra gelangen, die sicher sehr nützlich und wünschenswerth sind, die aber doch schliesslich selbst über den Umfang eines Handbuches, wie dieses, weit hinausgehen.

Ich habe mich daher darauf beschränkt und beschränken müssen, bei jedem Element anzugeben, dass solche Untersuchungen vorliegen, wenn es möglich ist, auch kurz ihr Hauptresultat mitzuteilen, oder einiges in Anmerkungen zu den einzelnen Linien unterzubringen, aber ich kann nicht behaupten, dass meine Angaben in dem Sinne vollständig wären, dass sie das Studium der Originalarbeiten überflüssig machten. Ich habe mich vielmehr darauf beschränken müssen, nur das Wesentliche herauszuziehen, im übrigen dem Leser durch vollständige Literaturangaben das Auffinden des Unwesentlichen oder des Details zu erleichtern. Dabei verhehle ich mir nicht, dass sehr verschiedene Ansichten über das, was wesentlich sei, herrschen können; wer bestimmte Zwecke verfolgt, kann vielleicht meine Auswahl unzweckmässig finden. Ich hoffe aber, sie für die Allgemeinheit richtig getroffen zu haben.

Noch über einen Punkt scheint mir Rechenschaft nöthig. Zu den wichtigen Eigenschaften zähle ich die Zugehörigkeit einer Linie zu Serien, da sich gezeigt hat, dass dies für viele Erscheinungen, z. B. Zeeman-Effect, Druckverschiebung, Einfluss der Selbstinduction u. s. w. maassgebend ist. Ich habe daher in den Tabellen entsprechende Angaben gemacht, die anzeigen, zu welcher Serie die Linie gehört und welches Glied der Serie die Linie ist. Bekanntlich sind aber sowohl verschiedene Bezeichnungen für die Serien, als auch verschiedene Serienformeln aufgestellt worden, und je nach der Wahl der letzteren wird die Ordnungszahl einer Linie verschieden. Die allgemeinste Formel ist wohl die kürzlich von Ritz[1]) aufgestellte. Ich hatte mich nun bei der Bezeichnung der Linien zu entscheiden, welche Formel ich zu Grunde legen wollte. Ich habe mich dabei für die von Kayser und Runge entschieden, obgleich ich ohne weiteres anerkenne, dass die von Ritz wesentlich besser ist. Aber einmal braucht man bei der umfassenden Formel von Ritz mehr Parameter, und dann ist die Bezeichnung nach Kayser und Runge schon so in die Literatur eingedrungen, dass es mir zweckmässiger schien, diese Bezeichnung so beizubehalten, wie sie zuerst eingeführt worden ist. Ich füge nur eine Specialisierung hinzu. Der Zeeman-Effect hat gezeigt, dass wir es bei den Serien nicht mit Serien von Paaren oder Triplets zu thun haben, sondern mit einem Paar oder einem Triplet von parallel laufenden Serien. So unterscheide ich die Linien eines Paares oder eines Triplets durch die Zahlen I, II, III, wobei von grösseren Wellenlängen zu kleineren gerechnet wird. Die Nebenlinien,

1) W. Ritz, Ueber ein neues Gesetz der Serienspectren. Physik. Zs. 9. p. 521—529 (1908).

Trabanten oder Begleiter, welche in der ersten Nebenserie oft auftreten, werden dabei mit der Ziffer der Linie versehen, welcher sie vorhergehen.

Die Hauptserie wird mit H, die erste Nebenserie mit I N, die zweite mit II N bezeichnet. So sind z. B. die D-Linien bezeichnet H I, 3 und H II, 3, d. h. Hauptserie, erste Serie, drittes Glied und Hauptserie, zweite Serie, drittes Glied. Ähnlich wird die b-Gruppe des Mg bezeichnet mit II N I, 3, II N II, 3; II N III, 3, d. h. zweite Nebenserie, drittes Glied der ersten, zweiten und dritten Linienserie.

Die wenigen übrigen benutzten abgekürzten Bezeichnungen seien hier noch angefügt:

R bedeutet umgekehrt (reversed)
u „ unscharf
u oder ur bedeutet unscharf nach Roth
u „ uv „ „ „ Violett
s bedeutet scharf.

Ich erwähne noch, daß ich bei der Literaturangabe hinter jedes Citat in möglichster Kürze den Hauptinhalt der betreffenden Arbeit gesetzt habe. Damit kann freilich der Inhalt der Arbeit nur sehr oberflächlich gekennzeichnet werden, aber immerhin wird die Benutzung der Literaturangaben erleichtert.

QUALITATIVE CHEMISCHE SPECTRALANALYSE

Bevor ich zur Besprechung der einzelnen Elemente übergehe, sollen noch einige allgemeine Bemerkungen über die Anwendung des Spectroscopes zur chemischen Analyse vorausgeschickt werden.

Schon die ersten Beobachter spectroscopischer Erscheinungen, Brewster, Herschel, Talbot usw. besprechen die Möglichkeit, aus der Erscheinung auf die chemische Natur der sie bedingenden Substanz zu schliessen. Dasselbe zeigt sich immer wieder: als Plücker in den Geissler'schen Röhren das ideale Instrument zur Untersuchung der Gase entdeckt, sagt er sofort, in dieser Weise liessen sich die einzelnen Gase sicher erkennen. Und als Kirchhoff und Bunsen ihre grosse Entdeckung mittheilen, nennen sie sie Spectralanalyse, nicht Spectroscopie.

In der That war damit das Ziel gekennzeichnet, welchem in den ersten 20 Jahren ziemlich ausschließlich die Forscher nachgingen: es sollte ein neues Hilfsmittel der chemischen Analyse gewonnen werden. Die Brauchbarkeit dieser neuen Methode hat sich in einzelnen Fällen glänzend bewährt, wie die Auffindung zahlreicher neuer Elemente beweist, ganz zu geschweigen von der Anwendung der Methode auf die Himmelskörper. Aber wenn auch im Laboratorium von Bunsen die Spectralanalyse als reguläres Hilfsmittel der qualitativen Analyse galt, wenn auch noch heute in einigen Laboratorien das Spectroscop gelegentlich um Rath gefragt wird, so muss man doch sagen, dass die anfangs gehegten Hoffnungen, die sogar bis zu Versuchen einer qualitativen Analyse gingen, ziemlich enttäuscht worden sind, dass die meisten anorganischen Chemiker kaum mehr spectroscopisch arbeiten.

Die Gründe dafür liegen zum Theil in der übergrossen Empfindlichkeit der Spectralanalyse. Wenn man z. B. nicht die ausserordentlichsten Bemühungen macht, — wie es etwa Stas gethan hat, — ist es unmöglich, in irgend einem Körper Na nicht zu finden, eine Thatsache, welche die Entdeckung der Spectralanalyse um Jahrzehnte verzögert hat. Dabei kann es sich vielfach um Spuren handeln, die den Chemiker gar nicht interessiren, da er nicht im Stande ist, den Stoff chemisch abzuscheiden und zu bestimmen. So können die spectroscopischen Anzeigen geradezu verwirrend und störend wirken.

Einen weiteren Grund werden wir darin sehen müssen, dass bei Anwendung einer bestimmten spectroscopischen Methode nur einzelne Elemente diese ausserordentliche Empfindlichkeit zeigen, andere dagegen kaum reagiren. Wenn man z. B. die Flamme anwendet, um die leuchtenden Dämpfe zu erzeugen, werden die Linien der Alcalien in einer Intensität auftreten, die in gar keinem Verhältniss zu ihrer vorhandenen Menge steht, während andererseits zahlreiche Elemente, die in grossen Mengen vorhanden sind, sich gar nicht bemerklich machen. Für sie muss man dann andere Methoden, etwa die Knallgasflamme anwenden, die aber auch nur für gewisse Elemente geeignet ist, so dass man auch noch den Funken des Inductionsapparates, den Bogen, eventuell das Geisslerrohr in Anwendung bringen muss. Das setzt aber den Gebrauch so vieler spezieller Apparate voraus, mit denen man vertraut sein muss, und die Kenntniss so vieler specieller experimenteller Thatsachen, dass das Verfahren dem Chemiker zu unbequem wird.

Als dritten Grund für die Vernachlässigung der spectroscopischen Methoden kann man noch anführen, dass viele von den Elementen so linienreiche und wenig charakteristische Spectra geben, dass es genauer Messungen bedarf, um zwischen ihnen zu unterscheiden. Das wird aber meist, wenn das Laboratorium nicht ganz besonders dafür eingerichtet ist, schwieriger und zeitraubender, als die chemische Analyse.

Die nächstliegende und in der That einwandfreie Methode der qualitativen Analyse würde so auszuführen sein, dass man die Substanz je nach der Beschaffenheit und der zur Verfügung stehenden Menge im Kohlebogen verdampft, oder als Electroden für den condensirten Funken benutzt, oder eine Lösung herstellt, nach welcher man Funken überschlagen lässt, oder mit der man etwa nach dem Vorgang von B u n s e n[1]) Kohlespitzen tränkt. Das Spectrum ist dann p h o t o g r a p h i s c h mit grosser Dispersion zu fixiren. Die Photographie ist von ausserordentlicher Wichtigkeit: erstlich hat sich gezeigt, dass im Allgemeinen im Ultraviolett die spectroscopischen Reactionen viel empfindlicher sind, dass manche Elemente im sichtbaren Theil sogar überhaupt kaum Linien liefern, zweitens aber gestattet nur die Photographie die nöthige Genauigkeit der Wellenlängenbestimmung.

Die Photographie wird nun auszumessen sein, und die Wellenlängen aller beobachteten Linien sind zu berechnen, wobei man von einigen bekannten Linien ausgeht, die immer vorhanden sein werden, oder die man eventuell durch Zufügung einer kleinen Menge eines bekannten Elementes absichtlich erzeugt. Dann sind diese Wellenlängen mit Tabellen für sämmtliche Elemente zu vergleichen, für jede Linie ihr Ursprung festzustellen.

Man sieht, es ist ein mühsames und zeitraubendes Verfahren, welches auch die nöthigen Apparate und die nöthige Uebung voraussetzt. Es wird daher nur

---

1) R. B u n s e n, Spectralanalytische Untersuchungen. Pogg. Ann. **155**. p. 230—252, 366—384 (1875).

in seltenen Fällen angewendet werden, nämlich wenn es sich um Nachweis eines vermutheten neuen Elementes handelt, — dann bleiben eben eine Anzahl unbekannter Linien übrig, — oder wenn es sich um den Nachweis der Reinheit eines Präparates handelt. Die Methode sollte eigentlich z. B. immer angewandt werden bei den Präparaten, die zu Atomgewichtsbestimmungen dienen sollen, was aber leider die Chemiker sehr selten thun.

Es ist indessen zu beachten, dass man auch so keine vollständige Analyse enthält, im Bogen bleiben z. B. auf diese Weise alle Anzeichen für die Haloide, für S und P, für O, N, H usw. fort, und Ähnliches gilt von Funken. Man muss sich also in jedem Falle klar machen, welche Elemente eventuell nach anderen Methoden noch aufzusuchen sind, sei es nach spectroscopischen Methoden, — etwa der von Gramont, welche viele dieser Elemente noch zeigt, — sei es nach rein chemischen Methoden.

Obgleich bei dieser Sachlage wenig Aussicht vorhanden ist, dass in Zukunft die qualitative Analyse in grösserem Umfange spectroscopische Methoden verwenden werde, ist doch für manche Fälle eine genauere Kenntniss der Bedingungen, unter welchen ein bestimmtes Element am besten erkannt werden kann, von grosser Bedeutung, und es finden sich in der Literatur Hunderte derartiger Angaben verstreut. Die wichtigsten von ihnen sollen im Folgenden besprochen werden.

Es wird zweckmässig sein, zunächst kurz die Methoden zusammenzustellen, die zur Erzeugung leuchtender Dämpfe benutzt werden, obgleich ich schon im ersten Bande dieses Werkes die Methoden und Apparate, soweit sie damals bekannt waren, besprochen habe. Dort finden sich auch schon eine Menge einzelner practischer Angaben.

I. Anwendung von Flammen.

a) Benutzung der gewöhnlichen Bunsenflammen, in welche die Salze, meist Chloride, der zu untersuchenden Körper an Platindrähten eingeführt werden. Wenn es sich um Darstellung von Haloidverbindungen handelt, wird eventuell noch Cl, Br, J in die Flamme geführt, oft in Gestalt der Ammonium-Verbindung.

b) Die zu untersuchende Substanz wird dem Leuchtgas oder der Luft der Flamme als Staub zugeführt und zwar entweder als fester Staub oder als verstaubte Lösung. Wie Hemsalech und Watteville[1]) neuerdings zeigten, wird die Flamme in sehr wirksamer Weise mit Staub gesättigt, wenn man in dem zuströmenden Gas Funken zwischen Electroden aus dem betreffenden Material übergehen lässt.

c) Die Substanz wird in einem Rohr verdampft, durch welches die Luft oder das Leuchtgas strömt. Noch häufiger wird dann Wasserstoff zur

1) G. A. Hemsalech et C. de Watteville, Sur une nouvelle méthode de production des spectres de flammes des corps métalliques. C. R. 144. p. 1238—1240 (1907).

Aufnahme des Dampfes benutzt und beim Ausstromen angezundet.

d) Die Substanzen werden in andere Flammen eingefuhrt, Sauerstoff-Leuchtgas, Sauerstoff-Wasserstoff, Sauerstoff-Chlor

II Anwendung des electrischen Bogens

a) Es werden Stabe des betreffenden Materials direct als Electroden benutzt, dazu muss die Substanz leitend sein, keinen zu niedrigen Schmelzpunkt besitzen, isolirende Oxyde nicht leicht bilden Der Bogen brennt dabei in Luft von Atmospharendruck

b) Viel allgemeiner brauchbar ist der Kohlebogen, man legt auf die untere positive Kohle kleine Mengen der zu untersuchenden Substanz, oder man bohrt die Kohlen aus und füllt sie mit Pulver der Substanz Man hat auch die Kohlen mit Salzlosungen zu tranken versucht — Dabei treten sehr storend die C- und Cy-Banden auf, man hat daher auch Stabe von Ag oder von Cu statt der Kohle benutzt, doch brennt der Bogen viel schwerer

c) Man bringt in manchen Fallen die Bogen in verschiedene Gase H, N, NH_3, Cl usw, oder man nimmt anderen als Atmospharendruck.

d) Bei Anwendung hoherer Spannung kann man auch den Bogen zwischen Kohle und Losungen der betreffenden Korper brennen lassen. Man erhalt dabei Spectra, die sich den Flammenspectren nahern

III Electrische Entladungen bei Atmospharendruck

a) Funken zwischen leitenden Electroden Es konnen dabei auch Electroden mit Losungen einer anderen Substanz befeuchtet oder getrankt werden, z B Electroden aus Holzkohle Man erhalt dabei sowohl das Spectrum des Electrodenmaterials, als auch das der umgebenden Gase, es hangt namentlich von der Funkenlange ab, welches uberwiegt. Parallelschaltung einer Capacitat schwacht die Gaslinien, ganz verschwinden sie bei Einschaltung von Selbstinduction, die aber auch das Metallspectrum erheblich beeinflusst

b) Funken zwischen einer festen Electrode (meist Platin oder Graphit) und einer Losung des zu untersuchenden Korpers Die Methode ist namentlich von Lecoq de Boisbaudran und Demarçay angewandt worden

c) Funken zwischen zwei Flussigkeiten, bieten wenig Nutzen, Vorrichtungen sind von Mitscherlich und de Gramont[1]) beschrieben

d) Funken nach geschmolzenen Salzen oder Mineralien Die Methode ist namentlich von de Gramont[2]) ausgearbeitet worden und bietet viele interessante Resultate, die weiterhin zu besprechen sind

---

1) A de Gramont, Appareil destine à la production des spectres d'etincelles des solutions C R **145** p 1170—1173 (1907)

2) A de Gramont, Sur les spectres d'étincelles de quelques minéraux C R **118** p 591—594, 746—748 (1894) — Sur les spectres du sélénium et de quelques séléniures naturels.

IV. Electrische Entladungen bei kleinem Druck

a) Anwendung von Geissler'schen Rohren Durch ihre Einfuhrung hat sich Plucker ein ausserordentliches Verdienst um die Spectroscopie erworben und die genauere Untersuchung der Gase erst ermoglicht Statt Gasen kann man auch Dampfe einfullen, entweder von Flussigkeiten oder von leicht verdampfbaren festen Korpern, wie den Alcalien, P, As, S, Sb usw

b) Bogen unter kleinem Druck Es treten dabei eine Reihe besonderer Erscheinungen auf, die aber noch wenig untersucht sind

c) Funken unter kleinem Druck Von ihnen gilt dasselbe, es sind nur sehr wenige Untersuchungen gemacht, z B von Loving[1]) und von Brooks[2]), die vielversprechend erscheinen

d) Goldstein[3]) hat kurzlich eine neue Methode beschrieben, die sehr lichtstarke und linienreiche Spectra liefern soll Dabei wird in einem evacuirten Rohr die Anode mit Salz bedeckt Die Entladung bahnt sich einen Weg zwischen Salz und Glaswand, verdampft etwas von dem Salz und es erscheint dessen Spectrum Dabei kann man je nach den Entladungsbedingungen z B von NaBr entweder das Spectrum des Na oder des Br erhalten In dieser Weise lassen sich die Alcalien, alcalischen Erden, Haloide und Metalloide untersuchen

V Electrolytisches Leuchten

Wenn man durch Electrolyte zwischen Electroden kraftige Strome gehen lasst, tritt an der Kathode Licht auf, welches je nach den Bedingungen das Spectrum der Losung oder der Electroden zeigt Diese Erscheinung

---

C R. **120** p 778—780 (1895) — Sur l'analyse spectrale directe des mineraux et de quelques sels fondus C R **121** p 121—123 (1895) — Sur les spectres des métalloides dans les sels fondus Soufre C R **122** p 1326—1328 (1896) — Spectres de dissociation des sels fondus Métaux alcalins sodium, potassium, lithium C R **122** p 1411–1413 (1896) — Sur le spectre du phosphore dans les sels fondus et dans certains produits metallurgiques C R **122** p 1534–1536 (1896) — Spectres des metalloides dans les sels fondus silicium C R **124** p 192—194 (1897) — Spectres de dissociation des sels fondus Chlore, brome, jode Ann chim et phys (7) **10** p 214—234 (1897) — Sur le spectre de lignes du carbone dans les sels fondus C R **125** p 238—240 (1897) — Analyse spectrale des composés non conducteurs par les sels fondus C R **126** p 1155—1157 (1898) — Analyse spectrale de quelques minéraux non conducteurs par les sels fondus et reaction des eléments C R **126** p 1513—1515 (1898) — Siehe auch Bull soc franç de Minéral 1898, Bull soc chim de Paris (3) **19** p 54—59, 548—551, 742–746 (1898) — Analyse spectrale directe des minéraux Paris 1895, bei Baudry et Co, 207 pp 8°

1) R E Loving, The arc in high vacua Astroph J **22** p 285—304 (1905)

2) E E Brooks, The spectrum of magnesium and of so-called magnesiumhydride, as obtained by spark discharges under reduced pressure Proc Roy Soc A **80** p 218—228 (1908)

3) E Goldstein, Ueber Erzeugung von Linienspectren Ann d Phys (4) **27** p 773—796 (1908)

ist von vielen gesehen und beschrieben, aber nur von von Bolton[1]) und Morse[2]) spectroscopisch untersucht worden

Die Apparate und Methoden der Untersuchung sind schon im ersten Bande dieses Werkes im zweiten Kapitel ausfuhrlich besprochen und eine grosse Menge Details angegeben Hier soll noch einiges dazu nachgetragen werden, was sich auf die practische Anwendung, die wirkliche spectroscopische Analyse unbekannter Stoffe bezieht Die Anzahl der Notizen, die sich dazu finden, ist ausserordentlich gross, so dass ich nicht daran denken kann, sie vollstandig zu sammeln und zu besprechen Einen Versuch einer derartigen Zusammenstellung hat H W Vogel in seinem Buche Practische Spectralanalyse irdischer Stoffe, II Aufl, Berlin bei Oppenheim 1889, gemacht, und ich verweise auf dieses Werk, welches viele practische Winke enthalt Auch ein Buch von J Formánek, Die qualitative Spectralanalyse anorganischer und organischer Korper II Aufl Berlin bei Muckenberger 1905, sei erwahnt

Ich will hier zunachst nur einige neuere sorgfaltiger durchgearbeitete Methoden besprechen, die sich auf viele Stoffe anwenden lassen, Methoden also, die nicht zur spectralen Untersuchung eines bestimmten Elementes, sondern zur qualitativen Analyse dienen Es sind namentlich zwei solche Methoden in Anwendung gebracht worden: Die Knallgasflamme durch Hartley, und der condensirte Funke durch de Gramont

Hartley hat zuerst die Knallgasflamme in ausgedehnter Weise zur Untersuchung benutzt und bequeme Methoden zur Einfuhrung von Substanzen in dieselbe angegeben Nachdem er zuerst Plattchen von Kyanit, Aluminiumsilicat, verwandte, um darauf die gepulverten Substanzen in die Flamme zu halten, fand er es spater einfacher, sie in ein Stuckchen aschefreies Filtrirpapier einzurollen [3]), und den „Bleistift" oder, wie die Studirenden es in meinem Laboratorium genannt haben, die „Cigarette" in die Flamme langsam einzuschieben und abbrennen zu lassen Metalle werden in der Form von Feil- oder Drehspanen oder Pulver benutzt, Mineralien, Niederschlage, Salze in Form von feinem Pulver

Die Flamme kann entweder vertikal, besser horizontal stehen Letzteres empfiehlt sich aus mehreren Grunden 1 abfallende Theilchen des Pulvers fallen nicht auf den Brenner und verstopfen nicht dessen Oeffnung 2 Die Intensitat wachst, wenn die Flamme die Richtung auf den Spalt zu erhalt, und man so „end on" beobachtet. Es wird zwischen Flamme und Spalt eine Quarzlinse gesetzt, welche ein Bild der Flamme auf dem Spalt entwirft, das

---

1) W von Bolton, Ueber electrodisches Leuchten und eine neue spectroscopische Methode Zs f Electrochem **9** p 913—922 (1903)

2) H W Morse, Spectra from the Wehnelt interrupter Astroph J **19** p 162—186 (1904), **21** p 223—235 (1905)

3) W N. Hartley, A simplified method for the spectographic analysis of minerals. Trans chem soc **79** p 61—71 (1901)

Spectrum wird naturlich photographirt und der Spectrograph besitzt zweckmassig Prismen und Linsen aus Quarz

Nach dieser Methode lassen sich entdecken[1])

a) auch wenn nur sehr kleine Mengen vorhanden

Na, K, Ca, Ga, Pb, Mn, Ni, Cu, Rb, Si, In, Bi, Fe, Ag, Cs, Ba, Tl, Cr, Co,

b) wenn in kleinen Mengen vorhanden

Li, Au, Cd, Sb, Sn,

c) wenn in grosseren Mengen vorhanden

Be, B, Di, Te, Rh?, Mg, Al, S, Ir, Pd? Zn, Ce, Se, Ru?

Man erkennt aus dieser Liste, dass die Methode in der That ausserordentlich vielseitige Anwendung finden kann, wenn auch eine ganze Anzahl von Elementen sich durch sie nicht erkennen lassen Hartley hat sie dann auch stark benutzt und seine Abhandlungen[2]) bringen viele Beispiele der Untersuchung von Mineralien, Erzen usw.

Die Spectra, welche im Knallgasgeblase entstehen, sind meist recht lichtstark, so dass bei Anwendung geringer Dispersion kurze Expositionszeiten genugen Wendet man grossere Dispersion, z B Gitter an, und will man auch schwachere Linien oder Banden erhalten, so muss man die Expositionszeit verlangern Dann sind die Cigaretten nicht ganz bequem und eine Methode von Borsch[3]) empfehlenswert uber der horizontal stehenden Flamme wird ein Gefass angebracht, welches am Boden einen schmalen Spalt hat, durch welchen Pulver aus dem Gefass andauernd in und durch die Flamme fallt Durch eine electrische Klopfvorrichtung kann das Gefass schwach erschuttert werden, damit das Pulver nicht stecken bleibt Das durchgefallene Pulver

---

1) W N Hartley, The wide dissemination of some of the rarer elements, and the mode of their association in common ores and minerals Trans chem soc **71** p 533—547 (1897)

2) Die Hauptarbeiten Hartleys, welche Anwendungen der Knallgasflammen enthalten, sind folgende Flame spectra at high temperatures I Oxy-hydrogen blowpipe spectra II The spectrum of manganese, of alloys of manganese, and of compounds containing that element Proc Roy Soc **54** p 5—7 (1893), **56** p 192—193 (1894), Phil Trans **185** A p 161—212, 1029—1091 (1894) New methods of spectrum analysis, and on Bessemer flame spectra Rep Brit Ass 1894 p 610—611 — W N Hartley and H Ramage, On the occurrence of the element gallium Proc Roy Soc **60** p 35—37, 393—407 (1896) — The spectrographic analysis of minerals and metals Rep Brit Ass 1897 p 610 — A spectrographic analysis of iron ores and associated minerals J Iron and Steel Inst 1897, II — The wide dissemination of some of the rarer elements, and the mode of their association in common ores and minerals Trans chem soc **71** p 533—547 (1897) — On the spectrographic analysis of some commercial samples of metals, of chemical preparations, and minerals from the Stassfurth potash bed Trans chem soc **71** p 547—550 (1897) — A spectrographic analysis of iron meteorites, siderolites and meteoric stones Proc Roy Dublin Soc (2) **8** p 703—710 (1898) — On a simplified method for the spectrographic analysis of minerals Trans chem soc **79** p 61—71 (1901) — The mineral constituents of dust and soot from various sources Proc Roy Soc **68** p 97—109 (1901) — Banded flame spectra of metals Trans Roy Dublin Soc (2) **7** p 339—352 (1901) — W N Hartley, An investigation of the connexion between band and line spectra of the same metallic elements Trans Roy Dublin Soc (2) **9** p 85—138 (1908)

3) L Borsch, Das Bandenspectrum des Bariums Dissert Bonn 1909 Zs f wiss Photogr 7 (1909)

wird unten gesammelt und immer wieder oben eingefüllt. So kann man selbst stundenlange Expositionen ohne Mühe anwenden.

Eine grosse Reihe von interessanten und nützlichen Abhandlungen hat Graf de Gramont[1]) veröffentlicht, in welchen er den condensirten Funken benutzt, um eine directe Analyse von Mineralien und Salzen auszuführen. Der Inductionsapparat liefert Funken von etwa 5 cm Länge, der Condensator hat 10 bis 15 Quadratdecimeter Oberfläche.

Gramont untersucht zunächst Mineralien, die leitend sind. Er zeigt, dass man mit dem Funken Linien folgender Elemente erhalten kann: S, Se, Te, P, Sb, As, Cl, I, Au, Hg, Cu, Pb, In, Sn, Ge, Bi, Fe, Ni, Co, Ti, Mo, Mg, Ca. Eine Liste von etwa 80 Körpern und den von ihnen erhaltenen Linien zeigt, dass auch bei sehr complexer Zusammensetzung diese sich gut bestimmen lässt.

Dann wendet sich Gramont zu den nicht leitenden Körpern, die im geschmolzenen Zustand untersucht werden: auf einem dünnen Platinblech oder breit geschlagenen Platindraht, eventuell auf einer kleinen Graphitplatte wird etwas des gepulverten Salzes in der Flamme geschmolzen und, wenn es flüssig oder breiig ist, der Funke von einem seitlich genäherten Platindraht überspringen gelassen. Zum Theil müssen die Körper erst aufgeschlossen werden, was geschieht, indem man sie auf dem Platinblech mit Lithiumcarbonat oder Natriumcarbonat zusammenschmilzt. Auf diese Weise können alle Silicate, Sulfate, Sulfide, Fluoride, Carbonate, Oxyde und zahlreiche unlösliche und nicht leitende Niederschläge bei der Analyse untersucht werden. Man erhält neben den Linien der Metalle und Metalloide, die oben genannt wurden, auch noch die von C, Si, den Haloiden, den Alcalien und alcalischen Erden, Be, Mn, Cr, V, Zr, Al.

Man sieht, dass diese Art der Analyse ausserordentlich häufige Anwendung finden kann und sehr einfach auszuführen ist; dabei zeigt sie fast alle Elemente an. Wenn man den Condensator fortlässt, verschwinden die Linien der Metalloide, es blieben nur die der Metalle. — Wenn die Menge eines Metalles in dem Körper abnimmt, bleiben schliesslich nur die Hauptlinien übrig, so dass man bis zu einem gewissen Grade auch quantitative Schätzungen ausführen kann[2]). Auch kommt es vor, dass Linien einzelner Elemente nur intermittirend auftreten, wenn sie nicht gleichmässig und nur spurenweise in dem Körper vertheilt sind.

Im Folgenden sollen für einzelne Elemente noch einige Notizen für die practische Spectralanalyse zusammengestellt werden, nach welchen sich die ja immer zum Ziele führende electrische Erzeugung von Spectren vermeiden lässt.

---

1) Die Literatur ist schon oben, p. 13 angegeben.

2) Siehe A. de Gramont, Sur les raies ultimes ou de grande sensibilité des métaux, dans les spectres de dissociation. C. R. **144** p. 1101—1104 (1907), Sur les raies ultimes des metalloides. C. R. **146** p. 1260—1263 (1908).

Alcalien. Die Analyse lasst sich sehr gut mit der Bunsenflamme ausfuhren, wie schon Kirchhoff und Bunsen[1]) in ihrer ersten Abhandlung zeigen Je fluchtiger die Verbindungen sind, desto leichter erscheinen die zugehorigen Linien, desto schneller aber verschwinden sie auch wieder, „die Chlor-, Brom-, Jod-, Sauerstoffverbindungen, die Sulfate und Carbonate zeigen die Reaction am deutlichsten, allein selbst bei den kieselsauren, phosphorsauren und anderen feuerbestandigen Salzen fehlt sie nicht“ Wenn die Perle am Platindraht mit etwas Salzsaure befeuchtet wird, wird die Reaction oft heller In anderen Fallen muss man die Silicate aufschliessen, z B wenn in Silicaten Spuren von Li erkannt werden sollen „Die Prufung geschieht dann in solchen Fallen am besten auf folgende Weise man digerirt und verdampft eine kleine Menge der zu prufenden Substanz mit Flusssaure oder Fluorammonium, dampft etwas Schwefelsaure uber dem Ruckstand ab und zieht die trockene Masse mit absolutem Alcohol aus Die zur Trockenheit abgedampfte alcoholische Losung wird dann noch einmal mit Alcohol extrahirt und die so erhaltene Flussigkeit auf einer moglichst flachen Glasschale verdunstet Der Anflug, welcher dabei zuruckbleibt, lasst sich leicht mittelst eines Radirmessers zusammenschaben und am Platindrahtchen in die Flamme bringen 0,1 mgr davon reicht gewohnlich fur den Versuch vollkommen aus Andere Verbindungen, als kieselsaure, in denen man noch die letzten Spuren Li entdecken will, werden nur durch Eindampfen mit Schwefelsaure oder auf irgend einem anderen Wege in schwefelsaure Salze verwandelt und dann ebenso behandelt“

Belohoubeck[2]) empfiehlt eine salzsaure Losung herzustellen, mit Kieselfluorwasserstoffsaure und Alcohol zu fallen, da die Kieselfluorverbindungen die Reactionen besser geben, als die Chloride

Auch Hartley[3]) sagt, die Chloride seien zu flüchtig, die Reaction verschwinde zu schnell Er empfiehlt bei der Untersuchung von Mineralien und Wasserruckstanden, wenn sie in Wasser loslich sind, Zusatz von Fluorwasserstoffsaure, dann wird zur Trockne abgedampft und der Ruckstand im Platindraht in die Flamme gebracht, zuerst in deren unteren Theil, allmahlich hoher hinauf Man kann so die Linien von Cs, Rb, K, auch von Tl eine Stunde lang sehen — Feste Substanzen konnen mit Borsaure im Platinloffel oder in einer Thonpfeife geschmolzen werden, auch fur Tl ist das Borat sehr zweckmassig. Cs kann auch mit Bleiglas zusammen geschmolzen werden — Oft werden die Linien und Banden der alcalischen Erden storend fur die Alcalien, sie werden beseitigt, wenn man Fluorsilicate oder Borate herstellt Ist dann die Unter-

---

1) G Kirchhoff und R Bunsen, Chemische Analyse durch Spectralbeobachtung Pogg Ann **110**, p 161—189 (1860)

2) A Belohoubek, Beitrag zur spectralanalytischen Nachweisung der Alcalien Z f pract Chem **99** p 235—236 (1866)

3) W N Hartley, Method of observing the spectra of easily volatile metals and their salts, and of separating their spectra from those of the alkaline earths J chem soc **63** p 138—141 (1893)

suchung auf Alcalien beendet, so verdampft man sie in der Spitze der Flamme und kann den Rest der Perle zur Untersuchung auf alcalische Erden benutzen, wozu man der Flamme Cl zufuhrt

Alcalische Erden. Auch deren Erkennung in der Bunsenflamme ist im Allgemeinen leicht, man erhalt wenige Linien und daneben Banden des Oxyds(?), eventuell im Anfang auch Banden der anderen Haloidverbindungen — Die Haloidverbindungen zeigen die Reaction in der Flamme sehr gut, Hydrat, Carbonat und Sulfat viel schwacher, doch hilft dann Anfeuchten der Perle mit Salzsaure Bei Verbindung mit feuerbestandigen Sauren, Kieselsaure, Phosphorsaure, Borsaure u s w verfahrt man nach Kirchhoff und Bunsen[1]) bei Sr-Salzen in folgender Weise „Zum Aufschliessen der Probe mit kohlensaurem Natron dient, statt eines Platintiegels, eine conische Spirale von Platindraht Dieselbe wird in der Flamme weissgluhend gemacht und in entwassertes, fein pulverisirtes, lockeres kohlensaures Natron getaucht, welches womoglich noch so viel Wasser enthalt, dass die nothige Menge des Salzes schon bei dem ersten Eintauchen daran hangen bleibt In dieser Spirale lasst sich die Schmelzung viel schneller als in einem Platintiegel bewerkstelligen, da die zu erhitzende Menge des Platins nur gering ist und das zu schmelzende Salz mit der Flamme in unmittelbare Beruhrung kommt Hat man die aufzuschliessende fein pulverisirte Substanz mittelst einer kleinen Platinschaufel in die gluhend flussige Soda eingetragen und einige Minuten im Gluhen erhalten, so braucht man die mit ihrer Spitze nach oben gekehrte Spirale nur auf den Rand des Lampentellers aufzuklopfen, um den Inhalt derselben in Gestalt einer grossen erkaltenden Kugel auf dem Teller zu erhalten Man bedeckt die Kugel mit einem Blattchen Schreibpapier und zerdruckt dieselbe mittelst einer elastischen Messerklinge, die man auch nach Entfernung des Papiers benutzt, um die Masse weiter noch zum feinsten Pulver zu zerdrucken Dieses wird an den Rand des etwas abwarts geneigten Tellers zusammengehauft, vorsichtig mit heissem Wasser ubergossen, das man durch sanftes Hin- und Herneigen des Tellers uber der angehauften Substanz hin und her fliessen lässt, und endlich die uber dem Bodensatz stehende Flussigkeit abdecantirt Es gelingt leicht, unter abwechselndem Erwarmen des Tellers durch mehrmalige Wiederholung dieser Operation die loslichen Salze auszuziehen, ohne den Bodensatz aufzuruhren und erhebliche Mengen davon zu verlieren Wendet man statt des Wassers eine Kochsalzlosung an, so gelingt die Operation noch leichter und sicherer Der Ruckstand enthalt das Sr als kohlensaures Salz, von dem schon einige Zehntel Milligramm am Platindraht mit etwas Salzsaure befeuchtet die intensivste Reaction geben "

Fur Ba-Verbindungen empfiehlt Bunsen das gleiche Verfahren, fur feuerbestandige Ca-Verbindungen aber Folgendes „Einige Milligramm der zu prufen-

1) G Kirchhoff und R Bunsen, Chemische Analyse durch Spectralbeobachtung Pogg Ann **110** p 161—189 (1860)

den, auf das feinste pulverisirten Substanz werden auf einem flachen Tiegeldeckel von Platin mit ungefahr einem Gramm halbzerflossenen Fluorammonium versetzt und der Deckel in die Flamme gehalten, bis er nach Verflüchtigung des Fluorammoniums gluht Man befeuchtet den auf dem Deckel befindlichen Salzanflug mit 1 bis 2 Tropfen Schwefelsaure. und entfernt den Ueberschuss derselben durch abermaliges Erhitzen uber der Flamme Wird der jetzt aus schwefelsauren Salzen bestehende Anflug auf dem Deckel mit dem Fingernagel oder einem Spatelchen zusammengeschabt, und ungefahr ein Milligramm davon mittelst des Drahtes in die Flamme gebracht, so erhalt man, wenn K, Na und Li vorhanden sind, zuerst die characteristischen Reactionen dieser drei Korper neben oder nach einander Ist noch Kalk oder Strontium vorhanden, so erscheinen deren Spectren gewohnlich erst etwas spater, nachdem das K, Na und Li verfluchtigt ist Bei sehr geringem Ca- oder Sr-Gehalt bleibt die Reaction dieser Metalle aus, man erhalt sie dann aber sogleich, wenn man den im Reductionsraum der Flamme einige Augenblicke behandelten Draht mit Salzsaure betupft und wieder in die Flamme bringt"

Mg. Die gewohnliche Flamme ist unbrauchbar, die Knallgasflamme liefert Linien und Banden, ebenso ist der Funke gut geeignet Eine besondere Reaction fand Vogel[1]) Chlormagnesium bildet mit Purpurin einen Lack, der ein characteristisches Absorptionsspectrum zeigt Noch geeigneter ist Alcannalosung, wie Lepel[2]) angab

Al. Fur Emissionsanalyse ist nur der Funke brauchbar Dagegen werden wie beim Mg Lacke mit characteristischen Absorptionsspectren erzeugt Am gunstigsten ist nach Vogel[3]) Blauholzfarbstoff

Haloide. Die Verbindungen von Cu mit Cl, Br, J geben besondere Bandenspectra, und Mitscherlich[4]) empfiehlt diese zur spectroscopischen Nachweisung der Haloide Man soll die betreffenden Substanzen oder deren Silberverbindungen mit CuO im Wasserstoffstrom verfluchtigen, das Gas dann anzunden Die Methode durfte indessen nicht zu empfehlen sein, die Anwendung des Funkens nach dem Verfahren von Gramont ist weit sicherer

Cu. Mitscherlich[5]) empfiehlt, falls Chlorid oder Oxyd vorliegt, Verfluchtigung im Wasserstoffstrom und Anzunden desselben Man erhalte schöne Bandenspectra Vogel[6]) nimmt Leuchtgas statt Wasserstoff — Auch die

---

1) H W Vogel, Ueber eine empfindliche spectralanalytische Reaction auf Thonerde und Magnesia Ber Chem Ges **9** p 1641—1646 (1876), ibid **10** p 157—159 (1877) Practische Spectralanalyse p 199ff — Vgl dies Handbuch Bd III p 453ff

2) F von Lepel, Beitrag zur Kenntniss der spectralanalytischen Reaction auf Magnesiasalze Ber Chem Ges **9** p 1845—1849 (1876), ibid **10** p 159—165 (1877)

3) H W Vogel, a a O

4) A Mitscherlich, Ueber die Anwendung der Verbindungsspectren zur Entdeckung von Chlor, Brom und Jod in geringster Menge Pogg Ann **125** p 629—634 (1865)

5) A Mitscherlich, Ueber die Spectren der Verbindungen und der einfachen Korper Pogg Ann **121** p 459—488 (1864)

6) H W Vogel, Practische Spectralanalyse Berlin 1889

Bunsenflamme allein liefert das Spectrum des Chlorkupfer, ebenso das Oxyd nach Betupfen mit HCl — Fur

Au gilt das Gleiche

Bi. Die Haloidverbindungen geben im Wasserstoffstrom verbrannt und angezundet ein schones Bandenspectrum, welches Vogel[1]) als spectralanalytische Reaction sehr empfiehlt

Pb verhalt sich ebenso, doch liefert Chlorid und Oxyd auch schon in der gewohnlichen Flamme ein Bandenspectrum

Mn giebt, wenn die Salze mit HCl befeuchtet werden, in der Flamme ein schones Bandenspectrum Heller wird es in der Sauerstoffflamme[2]), oder bei Verdampfen in Wasserstoff, welcher angezundet wird. — Eine ausgezeichnete Reaction durch Absorption liefert auch die Uebermangansaure Naheres siehe bei Vogel[1])

Sn. Zinnsalze liefern nach Mitscherlich[2]) in der Sauerstoffflamme ein gutes Bandenspectrum[3]) Besser ist nach Vogel[1]) die Verdampfung im Wasserstoffstrom

Cr. Vogel[4]) empfiehlt zur Erkennung von Chromaten ihre Ueberfuhrung in Chromoxychlorid Man erhitzt das Salz im Reagensrohrchen mit Salpeter, dann mit Kochsalz, fugt Schwefelsaure zu und verfluchtigt im Wasserstoff- oder Leuchtgasstrom. Man erhalt ein characteristisches Bandenspectrum — Auch die Absorptionsspectra der chromsauren Salze sind zu verwenden

Co. Die Absorptionsspectra des Co sind characteristisch Besonders wird von Vogel das Spectrum des Cobaltrhodanid empfohlen

U. Auch hier wird oft die Absorption zweckmassig benutzt werden

B wird leicht durch sein Bandenspectrum erkannt, welches die Salze in der Bunsenflamme oder im Wasserstoffstrom verfluchtigt geben[2]) Borsaurehaltige Mineralien werden gepulvert, mit saurem schwefelsaurem Kali und Flussspath erhitzt oder mit Fluorammonium in die Flamme gebracht[1])

P wird nach Mitscherlich[2]) im Wasserstoffstrom verfluchtigt Ist wenig Phosphor vorhanden, so zeigt die Flamme characteristische Banden

---

1) H W Vogel, Practische Spectralanalyse Berlin 1889

2) A Mitscherlich, Ueber die Spectren der Verbindungen und der einfachen Korper Pogg Ann **121** p 459—488 (1864)

3) Siehe G Salet, Sur le spectre de l'étain et de ses composés C R **73** p. 862—863 (1871)

4) H W Vogel, Ber chem Ges **21** p 2029—2032 (1888) und Practische Spectralanalyse p 256

VERSUCHE EINER QUANTITATIVEN ANALYSE.

Wenn man das Spectrum desselben Elementes, z B Li, in verschiedenen Gemischen oberflachlich beobachtet, so zeigt sich leicht, dass die Linien desto starker sind und desto langer sichtbar bleiben, je mehr Li gegenwartig ist Wenn man bei linienreichen Spectren, wie sie durch den Funken erzeugt werden, das Spectrum genauer untersucht, sei es mit dem Auge, sei es durch Photographie, so findet man, dass mit Abnahme eines Elementes in den untersuchten Praparaten sich das Spectrum des Elementes in dem Sinne andert, dass immer mehr Linien verschwinden, schliesslich nur einige Hauptlinien ubrig bleiben

Es lag nahe, auf diese Thatsachen den Versuch einer quantitativen Analyse aufzubauen, und es sind wirklich zahlreiche Versuche in dieser Richtung gemacht worden, aber sie haben keinerlei practische Bedeutung erlangt Ueber diese Versuche soll auf den folgenden Seiten berichtet werden

Den ersten Vorschlag macht Janssen[1]) es handelt sich um Na, das in nichtleuchtender Flamme verdampft Es sollen zwischen diese Flamme und den Spalt des Spectroscops eine solche Anzahl leuchtender Flammen gesetzt werden, bis man die D-Linien nicht mehr sieht, sie im continuirlichen Grund verschwunden sind Die Zahl der dazu nothigen Flammen soll die Menge des Na ergeben — Die Methode ist principiell so schlecht, dass es nicht lohnt, sie genauer zu besprechen Ebenso schlecht ist der zweite Vorschlag von Janssen, nur die Dauer der Sichtbarkeit zu messen Die Dauer hangt offenbar nicht nur von der Menge Substanz ab, sondern auch von der Fluchtigkeit des Salzes, von der Temperatur der Flamme, also der Stelle, wo man die Perle hin halt, von der Masse, in der sich das betreffende Na befindet, da auch diese Masse die Temperatur bedingt, auch ein dicker Pt-Draht z B wird schon anders wirken, als ein dunner

Etwas besser ist schon der Vorschlag von Champion, Pellet und Grenier[2]) Sie wollen eine Vergleichsflamme mit constanter Na-Menge be-

1) J Janssen, Sur l'analyse spectrale quantitative C R **71** p 626—628 (1870).

2) P Champion, H Pellet et M Grenier, De la spectrométrie C R **76** p 707—711 (1873).

nutzen, und diese durch blaues Glas abschwächen, bis die gleiche Helligkeit vorhanden ist. Aber hier wird die Dauer auch nicht berücksichtigt. Es handelt sich offenbar um das Integral über die Helligkeit und Zeit der Sichtbarkeit, und auch das setzt voraus, dass die Helligkeit stets proportional der vorhandenen Menge sei, was offenbar nur für kleine Mengen richtig sein kann.

Truchot[1]) will Li bestimmen, er benutzt Lösungen, von denen immer ein Tropfen in einer Platinspirale verdampft und mit einer Normallösung verglichen wird.

Ballmann[2]) verfährt ähnlich, er will die Li-Lösungen in gemessener Weise so weit verdünnen, bis ein Tropfen am Platindraht gerade die rothe Li-Linie nicht mehr zeigt. Nach seinen Angaben soll das ganz gut gelingen, nur nicht, wenn auch Chlorcalcium gegenwärtig sei.

Auch Jones[3]) arbeitet ähnlich: er saugt die Lösung in ein Stückchen Baumwolle oder Filtrirpapier, verascht diese im Platindraht, lässt dann die Asche die Reaction geben. Die Flüssigkeit soll auch bei ihm so weit verdünnt werden, bis die Hauptlinien nicht mehr sichtbar sind. Er findet aber, dass die Methode sehr unsicher sei, namentlich für die alcalischen Erden.

Foehr[4]) behandelt wieder Li. Er bestimmt die Concentration einer Lösung, die gerade die rothe Li-Linie aufblitzen lässt. Andere Lösungen werden dann ebensoweit verdünnt, das zugesetzte Wasser gemessen. Er findet aber grosse Schwierigkeiten darin, dass verschiedene Salze sich ganz verschieden verhalten, und dass die Anwesenheit anderer Stoffe stört. Er macht auch Versuche mit K, findet, dass die Anwesenheit von viel Salmiak (d. h. Chlor) störe.

Bell[5]) benutzt genau die Methode von Ballmann. Es sei zu beachten, dass die Platinschleife sehr klein sein müsse und immer an genau derselben Stelle der Flamme eingeführt werde, und dass der Brenner der gleiche bleibe. Auch für andere Elemente ausser Li sei die Methode gut brauchbar, wenn sie deutliche und anhaltende Spectra geben, z. B. für Tl.

Gooch und Hart[6]) benutzen zur Analyse von K eine Platinspirale wie Truchot, die einen Tropfen der Lösung aufnimmt. Die Lösung wird so weit verdünnt, bis sie die gleiche Helligkeit wie eine Normallösung giebt. Die Bestimmung wird sehr genau, wenn nur K gegenwärtig ist, aber Na stört sehr, es macht K heller, am meisten wenn 100 Na auf 1 K kommen. Daher

---

1) P. Truchot, Dosage de la lithine par le spectroscope. C. R. **78**. p. 1022—1024 (1874).

2) H. Ballmann, Ueber quantitative Bestimmung des Lithiums mit dem Spectral-Apparat. Zs. f. anal. Chem. **14**. p. 297—301 (1875).

3) H. C. Jones, Determination of lithium by means of the spectroscope. Chem. News **34**, p. 122 (1876).

4) Foehr, Ein Beitrag zur quantitativen Spectralanalyse. Chem. Ztg. **9**. p. 1013—1014 (1885).

5) L. Bell, Spectroscopic determination of lithium. Americ. chem. J. **7**. p. 35—36 (1885).

6) F. A. Gooch and T. S. Hart. Americ. J. (3) **42**. p. 448—459 (1891).

muss man bei Gegenwart von Na erst den Gehalt daran bestimmen und ebensoviel Na zur Normallosung zufugen. Gooch und Phinney[1]) erweitern die Untersuchung auf Rb. Wenn dies allein vorhanden, so konne man bis auf 5 % Genauigkeit kommen. Aber Na stort sehr und muss chemisch entfernt werden. Auch K kann bis 50 % Fehler verursachen, daher musse man erst den K-Gehalt durch Vergleich mit einer Normallosung angenahert ermitteln, ebensoviel K der Normallosung des Rb zusetzen. Immerhin bleiben Fehler von 10 bis 20 %.

Auch Ravin[2]) schlagt fur Li den Weg ein, von allmahlich verdunnteren Losungen einen Tropfen in die Flamme zu bringen. Man solle in der Verdunnung so weit gehen, bis von 10 aufeinander folgenden Versuchen die Mehrzahl die Li-Linie zeigt. Gleichzeitige Anwesenheit von Na macht die Reaction unempfindlicher, die von Ca-Chlorur empfindlicher.

Damit sind alle Versuche erwahnt, welche auf Anwendung von Flammen beruhen. Man wird zugeben mussen, dass die Versuche, soweit es sich um practische Brauchbarkeit handelt, misslungen sind, auch wenn einige Autoren sagen, es lasse sich recht grosse Genauigkeit erzielen. Aber auch sie fuhren dann so viele einzuhaltende Bedingungen an, dass diese allenfalls von einem Beobachter berucksichtigt werden konnen, der einige Wochen lang sich ausschliesslich mit der Analyse beschaftigt, nicht aber von jedermann, der schnell eine quantitative Bestimmung ausfuhren will.

Auf einem ganz anderen Wege haben Liveing und Dewar[3]) das Ziel zu erreichen gesucht: wenn sehr wenig Dampf z. B. von Na emittirt, so sind die Linien fein und scharf. Ist mehr Substanz vorhanden, so werden die Linien breiter. Man konnte daran denken, die Breite als Function der Dichte festzustellen und so zu quantitativen Bestimmungen zu gelangen. Liveing und Dewar werfen gewogene Mengen Na oder Na-Amalgame in gluhende Flaschen aus Fe oder Pt und beobachten das Spectrum. Es zeigt sich, dass die Breite eher von der Dicke der Schicht, als von der Dichte abhangt, aber auch nicht eine Function von dieser allein ist; jede Druckanderung verbreitert fur kurze Zeit, so dass bei gleicher Dicke und Dichte alle moglichen Breiten vorhanden sein konnen. Also auch dieser Versuch ist gescheitert.

Die electrischen Spectra sind zuerst von Lockyer[4]) herangezogen worden. Seine Methode der kurzen und langen Linien[5]) hatte ihm die ver-

---

1) F. A. Gooch and J. J. Phinney, The quantitative determination of rubidium by the spectroscope. Americ. J. (3) **44**. p. 392—400 (1892).

2) P. Ravin, Methode d'analyse spectrale quantitative. Application au lithium. These faculte de med. de Lille 1893.

3) G. D. Liveing and J. Dewar, Quantitative spectroscopic experiments. Proc. Roy. Soc. **29**. p. 482—489 (1879).

4) J. N. Lockyer, Researches in spectrum analysis in connexion with the spectrum of the sun. Phil. Trans. **164**, II. p. 479—494 (1874).

5) Siehe Bd. II. p. 236 ff.

schiedene Wichtigkeit der einzelnen Linien gezeigt, er hatte gefunden, dass wenn die Menge eines Metalls in einem Gemisch abnimmt, alle Linien kurzer werden, schliesslich nur die langsten als kurze Linien übrig bleiben So musste es moglich sein, aus der Lange der Linien oder der Zahl der auftretenden Linien einen Schluss auf die Menge des vorhandenen Metalls zu ziehen Lockyer fuhrt Versuche mit verschiedenen Legierungen erst allein, dann mit Roberts[1]) gemeinsam aus, wobei er die sehr genau bekannten Legierungen der englischen Munze benutzen kann Das Ergebniss ist, dass sich zwar Bestimmungen durchfuhren lassen, dass aber zahlreiche Bedingungen namentlich in Bezug auf Starke des Stromes, Lange des Bogens oder Funkens, kurz in Bezug auf alle Entladungsbedingungen, so genau eingehalten werden mussen, dass auch hier wieder von einer practischen Verwerthung keine Rede sein kann

Aehnliche Versuche mit Funken hat auch Outerbridge[2]) ausgefuhrt Wenn die Electroden entfernt werden, werden die Metalllinien in der Mitte unterbrochen, ziehen sich immer mehr nach den Electroden hin und verschwinden schliesslich Diese Verkurzung nimmt zu mit abnehmendem Gehalt an dem betreffenden Metall Aber es ist nicht moglich, dadurch einen Unterschied von 0 1 bis 1 % zu erkennen Dazu kommt noch, dass fur die schwerer schmelzbaren Metalle die Methode sehr unempfindlich ist Wenn z B in einem Gemisch von 1000 Theilen Ag, Cu und Au 200 Theile Au vorhanden sind, so sind die Goldlinien noch kaum zu sehen, wahrend wenn Gold mit schwerer schmelzbaren Metallen gemischt ist, die Reaction empfindlicher wird Man musste also fur jedes mogliche Gemisch besondere Versuche machen

Hartley[3]) wendet Funken von Losungen an Er findet, dass die Spectra identisch mit denen der festen Metalle sind, und dass auch ahnliche Losungen, die gleichviel von dem betreffenden Metall enthalten, identisch sind Als ahnlich betrachtet er die Chloride, Sulphate, Nitrate, Carbonate, zweifelhaft sind die Borate und Silicate Die Losungen werden auf Graphitelectroden angebracht, der Abstand der Electroden wird constant gehalten, indem man sie stets an eine dazwischen gehaltene Glasplatte heranschiebt Hartley giebt Listen uber die photographisch gefundenen Linien, die bei verschiedenem Gehalt zwischen 1 % und 0 001 % auftreten fur Mg, Zn, Cd, Al, In, Tl, Hg, Pb, Te, Cu, Ag, Sn, Sb, Bi, As, spater[4]) auch fur Be — Bei Mg geht Hartley bis zu 0 000 000 001 % Nimmt er nun aber einen starkeren Inductionsapparat, so

---

1) J N Lockyer and W Chandler Roberts, On the quantitative analysis of certain alloys by means of the spectroscope Proc Roy Soc **21** p 507—508 (1873)

2) A E Outerbridge, Electrical spectra of metals Proc Amer Phil Soc Philad **14** p 162—172 (1874)

3) W N Hartley, Researches in spectrum photography in relation to new methods of quantitative chemical analysis Proc Roy Soc **36** p 421—422 (1884), Phil Trans **175**, II p 49—62, 325—342 (1884)

4) W N Hartley, Note on the quantitative spectra of Beryllium Proc. Roy Soc **69** p 283—285 (1902)

giebt die letzte Lösung dasselbe Spectrum, wie eine Lösung mit 0.001 % bei dem schwächeren Inductor, die Empfindlichkeit ist also auf das 10000fache gestiegen. — Für eine ganze Reihe anderer Elemente haben später Pollock und Leonard[1]) ähnliche Untersuchungen ausgeführt.

Mir scheint, dass auch diese Versuche nur wieder bestätigen, dass eine quantitative Analyse in practischem Sinne unmöglich ist. Denn es müsste für jeden einzelnen Inductionsapparat die Fundamentaluntersuchung der Empfindlichkeit besonders ausgeführt werden, es müsste ferner Spannung und Stromstärke und Art der Unterbrechung genau constant gehalten werden, auch weiss jeder, der etwa mit einem Hammerunterbrecher gearbeitet hat, wie oft sich dabei plötzlich ohne sichtbaren Grund die Art der Entladung ändert. Wenn man noch dazu photographirt, was ja zweifellos grosse Vortheile gewährt, muss die Expositionszeit und die Empfindlichkeit der Platten constant gehalten werden, was bekanntlich auch practisch unmöglich ist.

Graf de Gramont[2]) bemerkt bei seinen Untersuchungen über die Spectra der Mineralien mit condensirten Funken natürlich auch die verschiedene Stärke der Linien je nach dem Gehalt an dem betreffenden Element. Er hofft, dass es möglich sein werde, dadurch zu „indications quantitatives“ zu gelangen. Wenn darunter nur quantitative Anzeigen, nicht wirkliche Messungen verstanden sind, so ist das ja zweifellos möglich.

Im Anschluss an diese Arbeiten waren auch die „raies ultimes“ von Gramont[3]) zu nennen: er sucht diejenigen Linien auf, die zuletzt sichtbar bleiben, wenn die Substanzmenge immer kleiner wird. Streng genommen gelten die Resultate nur für die Erzeugungsbedingungen der Gramontschen Spectra.

Vollkommen falsch sind Versuche von Haschek[4]). Exner und er haben bekanntlich[5]) immer von neuem behauptet, die Funken- und Bogenlinien hätten nicht constante Wellenlänge, sondern verschoben sich mit zunehmender Dampfdichte nach längeren Wellen. In Wahrheit verbreitern sich die Linien unsymmetrisch, und bei unrichtiger Messung kann man eine scheinbare Verschiebung erhalten. Haschek behauptet nun, die Verschiebung sei proportional der Dichte, man könne daher aus der Verschiebung eine quantitative Bestimmung erhalten. Er untersucht Legirungen von Zn, Sn, Al, Hg

---

1) J. H. Pollock and A. G. G. Leonard, Proc. Dublin Roy. Soc. (2) **11** p. 217—228, 229—236, 257—269 (1908), A. G. G. Leonard, ibid. (2) **11** p. 270—279 (1908). Die Arbeiten behandeln Fe, Al, Cr, Si, Zn, Mn, Ni, Co, Ba, Sr, Ca, Mg, K, Na, Ce, La, Y, Mo, W, Th, Zr.

2) A. de Gramont, Sur la photographie spectrale des minéraux dans les différentes régions du spectre, galène et argyrite. C. R. **145** p. 231—234 (1907), Sur les indications quantitatives qui peuvent être fournies par les spectres de dissociation, Argent. C. R. **147** p. 307—309 (1908).

3) A. de Gramont, Sur les raies ultimes ou de grande sensibilite des métaux, dans les spectres de dissociation. C. R. **144** p. 1101—1104 (1907), Sur les raies ultimes des metalloides. C. R. **146** p. 1260—1263 (1908).

4) E. Haschek, Spectralanalytische Studien. Wien. Ber. **111**, IIa p. 232—243 (1902).

5) Siehe Bd. II p. 308 ff.

und stellt Formeln für den Zusammenhang zwischen Concentration und Verschiebung auf. — Wenn auch eine Spur von richtigem Kern in diesen Angaben stecken mag, nämlich dass die Verbreiterung mit der Dichte wächst und dass man die angebliche Verschiebung als Maass für die Verbreiterung betrachten kann, so hängt doch die Verbreiterung, wie die oben erwähnten Versuche von Liveing und Dewar zeigen, sicher nicht von der Masse des vorhandenen Dampfes allein ab. Ferner kamen natürlich auch hier alle die Bedingungen für Constanz der electrischen Erregung in Betracht, — kurz die Methode ist aus vielen Gründen unbrauchbar.

Schliesslich sei noch eine Abhandlung von Nutting[1]) erwähnt, in welcher einige Voruntersuchungen für quantitative Analyse ausgeführt werden. Er erzeugt Spectra verschiedener Legirungen unter allen möglichen electrischen Bedingungen. Die Resultate lauten: In den Funken- und Bogenspectren von Legirungen sind die Spectra der Componenten unabhängig von einander. — Verschiedene electrische Erregung oder verschiedene umgebende Gase ändern nicht die relativen Intensitäten der Componenten. (Ich möchte zu diesem Ausspruch sehr entschiedene Zweifel erheben.) Im Bogen und Funken ist bei Selbstinduction unter sonst gleichen Bedingungen die Componente von höherem Atomgewicht relativ heller. (Auch das scheint mir nicht sicher.) — Spectroscopische quantitative Analyse mit einer Fehlergrenze von etwa 5% scheint möglich, falls a) Linien von ähnlichem Character zur Vergleichung gewählt werden, b) Funken- oder Bogenspectren mit Capacität und Selbstinduction benutzt werden, deren erzeugende Stromstärke genügt, um reichlich Metalldämpfe im Vergleich zur umgebenden Atmosphäre zu liefern, c) wenn die Unterschiede in der natürlichen Helligkeit und dem mehr oder weniger leichten Auftreten der Spectra der reinen Metalle berücksichtigt werden, d) wenn die Unterschiede im Atomgewicht der Komponenten, falls diese erheblich sind, berücksichtigt werden.

Fasse ich alle die besprochenen Untersuchungen zusammen, so komme ich zum Schlusse, dass quantitative spectroscopische Analyse sich als undurchführbar erwiesen hat. Es ist nicht schwer, in einzelnen Fällen ganz rohe Schätzungen zu erhalten, ob viel oder wenig von einem Element zugegen ist, es ist auch möglich, dass ein besonders geschulter Beobachter, der immer mit genau denselben Apparaten unter denselben Bedingungen arbeitet, und dieselben Legirungen untersucht, z. B. Ag-Au, oder Ag-Cu, quantitative Bestimmungen ausführt. Aber diese Resultate sind noch weit entfernt von einer practisch brauchbaren quantitativen Analyse.

1) P. G. Nutting, The spectra of alloys. Astrophys. J. **22**. p. 131—137 (1905).

DIE SPECTROSCOPIE DES BESSEMER-PROCESSES.

Als eine interessante practische Anordnung des Spectroscopes soll hier noch in aller Kurze der Bessemer Process erwahnt werden

Literatur

[1] H E Roscoe, On the spectrum produced by the flame evolved in the manufacture of cast steel by the Bessemer process Proc Lit u Phil Soc Manchester **3** p 57 (1863), Phil Mag (4) **25** p 318—319 (1863), Phil Mag (4) **34** p 437 (1867)

[2] H E Roscoe, Proc Roy Instit 6 Mai 1864 (Erwahnt bei 5)

[3] A Lielegg, Ueber das Spectrum der Bessemerflamme Wien Ber **55**, II p 153—161 (1867)

[4] A Lielegg, Spectralbeobachtungen an der Bessemerflamme Wien Ber **56**, II p 24—30 (1867)

[5] W M Watts, On the spectrum of the Bessemer flame Phil Mag (4) **34** p 437—440 (1867)

[6] Fr Kupelwieser, Ueber die Anwendung des Spectralapparats beim Bessemern Oesterr Zs f Berg- und Huttenwesen **16** p 59—60 (1868)

[7] Brunner, Ueber die Anwendung der Spectralanalyse fur den Bessemer-Process Oesterr Zs f Berg- und Huttenwesen **16** p 226—228 (1868)

[8] A Sailler, Ueber die Anwendung des Spectroscopes beim Bessemern Oesterr Zs f Berg- und Huttenwesen **16** p 274—275, 301—302 (1868)

[9] F Bleichsteiner, Ueber die Anwendung der Spectralanalyse beim Bessemer-Process Oesterr Zs f Berg- und Huttenwesen **16** p 337—338 (1868)

[10] H Wedding, Das Spectrum der Bessemerflamme Zs f Berg-, Hutten- und Salinen-Wesen im preuss Staat **17** p 117—134 (1869)

[11] A v Lichtenfels, Ein Beitrag zur Analyse des Spectrums der Bessemerflammen Dingler's Polytechn J **191** p 213—215 (1869)

[12] W M Watts, Spectrum of the Bessemer flame Chem News **21** p 80 (1870)

[13] J M Silliman, On the examination of the Bessemer flame with coloured glasses and with the spectroscope Americ J (2) **50** p 297—307 (1870) Phil mag (4) **41** p 1—12 (1871)

[14] H E Roscoe, Employment of spectrum analysis in the Bessemer process J Iron and Steel Instit 1871,2 p 38—62, Chem News **23** p 174—176, 182—185 (1871)

[15] J Spear Parker, On the examination of the Bessemer flame with coloured glasses and with the spectroscope Chem News **23** p 25—26 (1871)

[16] W M Watts, On the spectrum of the Bessemer flame Chem News **23** p 49 (1871)

[17] G J Snelus, On the composition of the gases evolved from the Bessemer converter during the blow Chem News **24** p 159—162 (1871)

[18] J Spear Parker, On the causes of the phenomena observed when the Bessemer flame is viewed through coloured glasses Chem News **24** p 163—164 (1871)

[19] W M Williams, The gases from the Bessemer converter Chem News **24** p 174 (1871)

[20] W M Watts, On the spectrum of the Bessemer-flame Phil Mag (4) **45** p 81—90 (1873)

[21] A Greiner, Revue universelle des mines **35** p 623 (1874) *

[22] W N Hartley, Flame spectra at high temperatures Part III The spectroscopic phenomena and thermo chemistry of the Bessemer process Phil Trans **185** A p 1029—1091 (1894)

[23] W N Hartley, The thermo-chemistry of the Bessemer process J of Iron and Steel Instit 1895, II

[24] C J Lundstrom, Flame spectra observed at Swedish Bessemer works Proc Roy Soc **59** p 76—98 (1895)

[25] W N Hartley, Remarks on the origin of some of the lines and bands observed in the spectra from Swedisch Bessemer works Proc Roy Soc **59** p 98—101 (1895)

[26] W N Hartley and H Ramage, On the occurence of the element Gallium in the clay-ironstone of the Cleveland district of Yorkshire Proc Roy Soc **60** p 35—37, 393—407 (1896)

[27] W N Hartley, On the thermo-chemistry of the Bessemer process London bei Trounce 1898, 8°, 37 pp

[28] W N Hartley and H Ramage, An investigation of the spectra of flames resulting from operations in the open-hearth and basic Bessemer process Proc Roy Soc **68** p 93—97 (1901), Ber chem Ges **34** p 799—804 (1901)

[29] W N Hartley and H Ramage, An investigation of the spectra of flames at different periods during the basic Bessemer process J of Iron and Steel Instit 1902, II

Der von Bessemer im Jahre 1856 eingefuhrte Process hat bekanntlich den Zweck, Eisen in Stahl uberzufuhren, indem man durch geschmolzenes Eisen Luft blast, welche die schadlichen Verunreinigungen des Eisens, namentlich Kohle, Mangan, Silicium verbrennt, oxydirt Das geschmolzene Eisen befindet sich dabei in einem schmiedeeisernen, mit feuerfestem Thon ausgekleideten Gefäss, der Bessemer-Birne oder dem Converter, in welches unten die Luft eingeblasen wird, wahrend oben die Verbrennungsproducte, soweit sie gasformig sind, in einer Flamme entweichen Beim sogen basischen Bessemerprocess, der namentlich angewandt wird, wenn das Eisen viel Phosphor enthalt, wird noch Kalk zugesetzt — Wenn die genannten Verunreinigungen aus dem Eisen vollstandig beseitigt sind, erhalt man ein bruchiges, nicht mehr technisch brauchbares Material, es wird daher nach der vollstandigen Beseitigung, die sich spectroscopisch gut erkennen lasst, eine gemessene Menge Mn oder Si wieder zugefugt

Je nach den in der Flamme vorhandenen Verbrennungsproducten ist die Flamme verschieden gefärbt, man kann daher durch Anblick der Flamme direct oder durch gefarbte Glaser den Endpunkt der Verbrennung angenahert erkennen, wenn man die nothige Uebung hat Sehr viel sicherer ist naturlich die Betrachtung der Flamme durch das Spectroscop, welches nach der Angabe von Wedding (10) zuerst W Bragge (Revue universelle, 23 u 24, Liefer 5 u 6, p 388) vorgeschlagen, Roscoe (1) angewendet hat

Roscoe (1) fand zuerst ein continuirliches Spectrum, in welchem dann Linien der Alcalien auftraten, dann zahlreiche Linien im Roth, Gelb und Grun, die grunen werden heller, dann schwacher und verschwinden plotzlich, das ist der Zeitpunkt, um den Luftstrom abzustellen Roscoe meinte, die characteristischen Linien ruhrten von C oder CO her, und dieselbe Annahme machte

Lielegg (3,4) und Kupelwieser (6), Watts (5) dagegen hält das Spectrum für ein besonderes Spectrum der Kohle selbst.

Brunner (7) spricht zuerst die Ansicht aus, das Spectrum könne von Mn und Si herrühren, meint übrigens, das Spectroscop leiste keine Dienste, wogegen Sailler (8) und Bleichsteiner (9) sich wenden. Dann wird von v. Lichtenfels [11] und Wedding [10] entschieden nachgewiesen, dass die grünen Banden des Bessemerspectrums identisch mit Banden des Manganspectrums sind. Watts [12, 16] und Roscoe [14] bleiben noch bei der alten Ansicht, ebenso Parker [15], Watts findet auch Eisenlinien im Spectrum. Silliman [13] dagegen bestätigt das Auftreten von Mn. Snelus [17] untersucht die Gase über dem Converter, findet zur Zeit, wo die grünen Banden am hellsten sind, am meisten CO, also gehöre das Spectrum dazu. Dagegen bemerkt Williams [19], CO sei nur das Product der Verbrennung, das Spectrum sei viel ähnlicher dem Swanschen Spectrum, als dem von CO. Parker [18] behauptet, die starke Grünfärbung rühre von dem Auftreten der Wasserstofflinie C her. Auch Watts [5] hatte bereits die C Linie gesehen und zwar in Absorption, namentlich bei feuchtem Wetter. Nun erkennt auch endlich Watts [20] an, dass die grünen Linien nichts anderes seien, als die Banden von Mn, — er sagt natürlich Manganoxyd, und auch Greiner [21] bestätigt dies.

Damit war die Hauptfrage über das Spectrum gelöst, CO verbrennend giebt ein continuirliches Spectrum, es kann daher nicht spectroscopisch erkannt werden, und nur das gleichzeitig verbrennende Mn giebt die gewünschten Anzeichen. Damit war vorläufig die Untersuchung erledigt, und aus den nächsten 20 Jahren giebt es keine weitere Abhandlung. Erst im Jahre 1894 wendet Hartley [22, 23] die inzwischen in die Spectroscopie mit so grossem Erfolg eingeführte photographische Methode auch auf die Untersuchung der Bessemerflamme an, und dadurch wird eine viel eingehendere Kenntniss des Spectrums ermöglicht. Nach Hartley ist während des Processes, der 15 bis 20 Minuten dauert, zuerst das Spectrum continuirlich, dann treten die D-Linien und andere Linien der Alcalien auf, dann zahlreiche Bänder und Linien, die sich bis 336 $\mu\mu$ erstrecken. Die meisten Linien, im Ultraviolett alle, gehören dem Fe an, die auffallendsten Banden dem Mn. Diese werden aber zum Theil dadurch undeutlich, dass sich Banden der Kohle, — namentlich die Bande 5633, — von Fe, von MnO und von CO(?) darüber lagern, welche nach Violett abschattirt sind, während die Mn-Banden nach Roth verlaufen. Hartley sieht nur sehr selten umgekehrte Linien, nämlich nur die Wasserstofflinien C und F und eine Linie bei N (λ 3582). Die Abhandlung enthält lange Tabellen der gemessenen Linien mit dem Versuch ihrer chemischen Deutung. Hartley erwähnt noch, dass neben der grünen Flamme zeitweise eine Amethyst-farbene sichtbar werde.

Lundström [24] sieht auf schwedischen Werken ebenfalls für kurze Zeit eine blaue Flamme, die ein besonderes Spectrum giebt, in dem ein Theil

der Linien als Si gedeutet wird Die Hauptbanden ruhren von Manganoxyd her, sonst ist noch Na, K, Li, Ca sichtbar, er meint auch P, Mg, vielleicht Ba. Hartley [25] verwirft die Deutung durch P, stimmt aber der durch Si bei

In den folgenden Abhandlungen [26] zeigen Hartley und Ramage das Vorkommen von Ga in den Erzen, dann [27] werden die Warmevorgange beim Process besprochen, was ubrigens auch schon in den ersten Arbeiten Hartley's der Fall war

Die letzten Abhandlungen [28, 29] betreffen den basischen Process Hier tritt zuerst ein continuirliches Spectrum auf nebst Banden von Calciumoxyd Dann folgen die Linien der Alcalien, dann Mn und Fe, aber sowohl die Mn-Banden, wie die Fe-Linien sind viel schwacher, als beim sauren Process Dafur werden hier Linien von Rb und Cs, von Ga, Cu, Ag sichtbar

SPECTRA DER ELEMENTE.

Luft.

Literatur

[1] A J Ångstrom, Optısche Untersuchungen Pogg Ann **94** p 141—165 (1855), nach Kgl Sv Vet Acad Handl 1853, p 229—232

[2] D Alter, On certaın physıcal propertıes of the lıght of the electrıc spark, wıthın certaın gases as seen through a prısm Amerıc J (2) **19** p 213—214 (1855)

[3] A Masson, Etudes de photometrıe electrıque Ann chım et phys (3) **45** p 385—454 (1855)

[4] V S M van der Wıllıgen, Ueber das electrısche Spectrum Pogg Ann **106** p 610—632 (1859), nach Versl en Med Akad v Wet **7** (1858)

[5] G Kırchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und dıe Spectren der chemıschen Elemente Abhandl Berlın Akad 1861 p 63—95, 1863 p 227—240.

[6] W A Mıller, On photographıc spectra of the electrıc lıght Rep Brıt Ass 1861, Not a Abstr p 87—88

[7] G G Stokes, On the long spectrum of the electrıc lıght Phıl Trans **152**, II p 599—619 (1862), Pogg Ann **123** p 30—48, 472—489 (1864)

[8] W. Huggıns, On the spectra of some of the chemıcal elements Phıl Trans **154**, II p 139—160 (1864)

[9] Fr Brasack, Spectralanalytısche Untersuchungen Abh Naturf Ges Halle **9** p 1—16 (1864)

[10] Fr Brasack, Das Luftspectrum Eıne prısmatısche Untersuchung des zwıschen Platınelectroden uberschlagenden electrıschen Funkens. Abh Naturf Ges Halle **10** (1866)

[11] R Thalén, Om spectralanalys Upsala Unıvers årsskr 1866

[12] R Thalén, Memoıre sur la determınatıon des longueurs d'onde des raıes metallıques Nova acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868)

[13] L Caılletet, De l'ınfluence de la pressıon sur les raıes du spectre C R. **74** p 1282—1285 (1872)

[14] H C Vogel, Untersuchungen uber das Spectrum des Nordlıchtes Ber Kgl Sachs. Ges d Wıss **23** p 285—299 (1871), Pogg Ann **146** p 569—585 (1872)

[15] Lecoq de Boısbaudran, Spectres lumıneux Parıs 1874

[16] A Cazın, Sur le spectre de l'étıncelle électrıque dans un gaz comprımé C R **84** p 1151—1154 (1877), J de phys **6** p 271—276 (1877) Sıehe auch L'Instıtut (2) **4** p 154—155, 181 (1876)

17) W N Hartley and W E Adeney, Measurements of the wave-lengths of lınes of hıgh refrangıbılıty ın the spectra of elementary substances Phıl Trans. **175**, I p 63—137 (1884)

[18] J Trowbrıdge and C C Hutchıns, Oxygen ın the sun Proc Amer Acad **23** (1887), Phıl Mag (5) **24** p 302—310 (1887)

[19] O Neovıus, Om skıljandet af krafvets och syrets lınıer ı luftens emmıssıonsspectrum Bıh K Svensk Vet Akad Handl **17** (1892) *

[20] G A Hemsalech, Sur les spectres des décharges oscıllantes. C R **129** p 285—288 (1899)

[21] E B Frost and W S Adams, Wave-lengths of certain oxygen lines Astrophys J **16** p 119—120 (1902)
[21a] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectra 1905 Tafel 24
[22] W Schwetz, Die Spectren des Wismuths Dissert Bonn 1908
[23] A Kretzer, Dissertation Bonn 1909 (Noch nicht veroffentlicht)

Wenn ich die Spectra der Elemente eroffne mit dem Spectrum der Luft, so begehe ich damit eine Inconsequenz, die aber durch practische Grunde entschuldigt wird Bei allen Funkenspectren treten die Linien der Luft storend auf, indem sie theils Metalllinien verdecken, theils das Spectrum viel complicirter erscheinen lassen, als es ist Jedenfalls muss man die Luftlinien kennen, wenn man aus irgend einem Funkenspectrum die Metalllinien ermitteln will — Nun ist das Funkenspectrum der Luft naturlich nichts anderes, als eine Superposition der Spectra seiner Componenten, also des N und O in erster Linie, daneben wohl auch H, A und C, man wird daher die Tabellen fur diese Elemente zu Rathe ziehen müssen Allein in dem Gemisch treten nicht alle Linien der reinen Gase auf, die Intensitatsverhaltnisse sind etwas geandert, kurz fur die spectroscopische Praxis erweist es sich sehr bequem, eine besondere Tabelle fur die Luftlinien des Funkens zu haben

Die Linien sind in der Regel so ermittelt worden, dass man Funken zwischen verschiedenen Metallen in Luft ubergehen liess, und die allen Spectren gemeinsamen Linien heraussuchte Dabei ist aber zu bemerken, dass verschiedene Metallelectroden die Luftlinien verschieden stark geben, je leichter verdampfbar das Metall ist, desto schwacher werden im Allgemeinen die Luftlinien Ausserdem haben die Untersuchungen von Schuster und Hemsalech 1) gezeigt, dass die Entladungsart von grossem Einfluss ist bei den oscillirenden Entladungen, die wir im condensirten Funken haben, geht die erste Oscillation durch Luft, die folgenden durch Metalldampf Je grosser die Anzahl der folgenden Oscillationen wird, desto mehr tritt daher das Luftspectrum relativ zuruck, und so hat Hemsalech [20] zuerst durch Einfuhrung von Selbstinduction das Luftspectrum practisch ganz unterdruckt

Dass bei gewissen Arten der Entladung oder des Druckes der Luft auch die Banden des N auftreten konnen oder anderes, interessirt uns hier nicht

Ångstrom [1] hat wohl zuerst das Luftspectrum als solches gesehen; er meint, es sei identisch mit dem von N. Dann machen Alter [2] und Masson [3] oberflachliche Angaben van der Willigen zahlt schon 41 Luftlinien, und bemerkt, dass, wenn man den Metallelectroden grosse Entfernung giebt, die Luftlinien starker werden und von Pol zu Pol gehen, die Metalllinien nur als kurze Spitzen an den Electroden erscheinen

Die ersten Messungen von Luftlinien macht Kirchhoff [5] bei Gelegenheit der Messung des Sonnenspectrums

Bei seinen ersten Versuchen, Funkenspectra zu photographiren, fand W. A Miller [6], dass alle Spectra nahezu identisch seien, — er erhalt offen-

1) A. Schuster and G Hemsalech, On the constitution of the electric spark Phil Trans **A 193** p 189—213 (1899)

bar im Wesentlichen nur Luftlinien. Stokes [7] giebt eine kleine Zeichnung des ultravioletten Luftspectrums, dessen Bild er auf Uranglasplatte auffangt.

Huggins [8] giebt eine umfangreichere Liste der Luftlinien, als Kirchhoff. Dann folgen Zeichnungen von Brasack [9, 10] und Thalén [11], und die erste Messung nach Wellenlangen von Thalén [12].

Cailletet [13] und Cazin [16] verwenden comprimirte Luft, die Linien werden allmahlich breiter, schliesslich fast unsichtbar auf dem heller werdenden Grund, Cazin bemerkt, dass das Absorptionsspectrum von Untersalpetersaure auftritt. — H. C. Vogel [14] macht einige Messungen. Lecoq [15] giebt Zeichung und Messung des Spectrums eines langen Funkens ohne Condensator, es ist identisch mit dem eines kurzeren Funkens mit Condensator.

Hartley und Adeney [17] messen zum ersten Mal den ultravioletten Theil von 4674 bis 2186. Dann messen Trowbridge und Hutchins [18] von 5033 bis 3749, Neovius [19] von 5768 bis 3703, Frost und Adams [21] einige Linien zwischen 4661 und 4317.

Den rothen Theil, der bisher noch ganz unbekannt war, geben Schwetz [22] von 6563 bis 4779, und Kretzer [23] von 656 bis 500.

Hagenbach und Konen [21 a] geben eine Photographie des Spectrum.

Im Anschluss an das Luftspectrum soll das des Blitzes und des Nordlichts besprochen werden, beide entstehen zweifellos durch Entladungen in der Luft, wobei wir im ersten Fall Electricitat sehr hoher Spannung, im zweiten geringere Spannung haben, dafur finden beim Nordlicht die Entladungen wahrscheinlich in Schichten von geringer Dichte statt. — Endlich sind auch die wenigen Angaben uber Spectra der Meteore angefugt, freilich ist es viel wahrscheinlicher, dass wir es dabei mit dem Spectrum der Materie der Meteore zu thun haben, als mit dem der umgebenden Luft, allein ich habe keinen besseren Platz zur Unterbringung der wenigen und oberflachlichen Beobachtungen finden konnen. (Hier folgt Tabelle S. 38—44.)

Thalén (12)	Neovius (19)[1]	Schwetz (22)	Kretzer (23)	Trowbridge u Hutchins (18)	Chem Ursprung Neovius
6602 0 3	—	—	—	—	—
6561 8 5	—	6563 63 0 u	6563.40 6	—	H
6479 5 3	—	6482 20 0	82 28 4	—	—
6170 5 3	—	6176 bis	—	—	—
—	—	6157 1	—	—	—
5949 0 2	—	5952 65 1	—	—	—
41 5 5	—	41 74 6	5941 86 3	—	—
32 0 5	—	32 05 3	—	—	—
29 5 2	—	28 10 2	—	—	—
5767 0 2	5768 5 3	—	5767.80 1 u	—	N
45.0 2	47.5 3	5747 45 0 u	47 74 2	—	N
—	31 5 1	—	—	—	N
11 0 3	12 3 6	10 93 1	11 02 4	—	N
5685 5 3	5686 3 5	5686 46 1 u	5686 46 2	—	N
78 0 5	79.8 12	79 71 3	79 81 6	—	N
74 5 3	76 0 5	76 22 2	76 32 2	—	N
66 0 5	67 1 9	66.81 4	66 89 6	—	N
—	5593 0 1	—	—	—	—
—	66 0 1	—	—	—	N
5549 0 2	51 0 3	—	5552 56 2	—	N
41 0 3	43 0 3	—	5543 94 2	—	N
34 0 5	35 2 6	5535 84 0	35 72 3	—	N
30 0 3	30 4 3	—	—	—	N
—	26 4 1	—	—	—	N
5495 0 4	5496 6 6	—	5496 18 3	—	N
79 0 3	79 8 5 u	—	80 06 1	—	N
61 5 2	62 8 5	5465 61 1	—	—	N
53 0 2	53 8 5 u	—	54 44 } 1 u	—	N
—	—	—	52 58 }	—	N
—	32 3 1	—	—	—	N
—	11 1 1	—	12 40 1 u	—	N
—	01 0 1	—	—	—	N
—	5393 5 1	—	—	—	N

Thalen (12)	Neovius (19)	Trowbridge u Hutchins (18)	Schwetz (22)	Chem Ursprung Neovius
—	—	4999 31	—	—
—	—	97.60 2	—	—
4993 5 3	4994 9 6	93 95 2	—	N
—	91.2 1	—	—	N
4987 0 3	87 6 4	—	—	N
—	—	83 06	—	—
—	—	79 90	—	—
—	—	72 85	—	—
—	—	69 85	—	—
—	65 3 1	—	—	N
—	—	60.16	—	—
—	55 2 1	55 18	—	O
—	—	53 85	—	—
—	—	51 41 u	—	—
—	—	50 21	—	—
—	—	45 81	—	—
—	—	45 01	—	—
41 0 2	42 7 3	—	—	—
—	—	40 85	—	—
—	35 1 2	36 86 u	4934 09 1	N
24 0 2	25 2 2	—	—	O
—	—	16 86 2	—	—
—	15 0 1	15 12 2	—	N
—	—	13 69	—	—
06 0 2	07 3 2	07 67 1	—	O
—	—	06 77 1	—	—
—	—	4898 70 1	—	—
4895 5 2	4896 5 4	—	—	N
—	—	94 90 1	—	—
—	91 5 1	91 27 1	—	O
—	79 7 2	79 90 1	—	N
—	—	78 80 1	—	—
—	—	77 70 2	—	—

—	79 0 1	—	—	—	N
—	73 2 1	—	—	—	N
—	67 8 1	—	—	—	N
—	56 9 1	—	5357 56 1u	—	N
5351 0 1	51 7 1	5350 64 2	—	—	N
39.5 1	39.7 1	—	39 60 1u	—	N
—	29 1 1	—	27 34 1u	—	N
20 0 1	20 6 1	—	19 22 1u	—	N
—	12 0 1	—	—	—	—
—	5289 0 1	—	—	—	—
—	81 8 1	—	—	—	N
—	50 7 1	—	—	—	N
—	13 8 1	—	—	—	—
—	06 7 2	—	—	—	O
—	00 9 1	—	—	—	N
5189 5 2	5190 8 1	—	—	—	N, O
84 5 1	85 0 1	—	—	—	N
78 0 2	80 6 5	—	5179 68 4u	—	N
—	76 7 1	—	—	—	N, O
72 0 1	72 5 1	—	72 94 2	—	N
—	—	—	65 27 1	—	—
—	61 0 1	—	—	—	O
—	5074 0 1	—	—	—	N
—	63 0 1	—	—	—	N
5045 0 5	45 7 7	5045 27 2	5045 51 4	—	N
—	—	—	—	5033 85 1	Cu?
25 0 4	25 8 3	—	26 06 1u	—	N
—	23 3 3	—	—	22 95 2	N
—	—	—	—	18 55	—
16 0 3	16 5 3	—	—	—	N
—	—	—	—	12 50 2	—
10 0 3	11 0 5	10 74 1	11 18 2	11 06	N
06.5 2	07 8 5	07.47 1	07 26 2	—	N
05 0 5	05 7 10	05 26 4	05 30 5	—	N
02.0 5	02.7 10	01 70 4	01.56 5	01.55 2	N

—	72 0 1	—	—	O
—	67 0 1	—	—	N
—	—	63 92 2	—	—
—	61 0 3u	—	—	N
—	56 3 1	—	—	O
—	48 0 1	—	—	N
—	—	42 00 2	—	—
—	—	25 12 2	—	—
—	—	22 12 2	—	—
—	—	20 90 2	—	—
—	—	16 60 5	—	—
—	—	13 52 2	—	—
—	—	11 92 2	—	—
—	10 8 3	10 02 2	—	N
—	—	08 94 1	—	—
—	06 2 3	—	4805.92 1	N
03 0 5	03 6 7	—	—	N
—	—	02 37 5	—	—
—	—	00 82 1	—	—
—	—	4798 97 1	—	—
—	4794 2 3	—	—	N
—	—	91 32	—	—
4788 0 5	88 5 6	88 27 1	4788 61 2	N
—	—	82 62 5	—	—
79 0 5	80 1 5	—	79 74 2	N
—	74 6 3	75 07		N
—	—	71 82		—
—	68 2 1	—		—
—	65.1 2	—		N
—	—	63 82		—
—	—	60 07		—
—	—	53 82		—
—	52 0 2u	—		O
—	—	44 20 1		—
—	42 1 1	—		O

1) Da mir die Abhandlung von Neovius nicht zugänglich ist, entnehme ich die Zahlen dem Werke von Watts Index of spectra

Thalén (12)	Neovius (19)	Trowbridge u Hutchins (18)	Frost u Adams (21)	Hartley u Adeney (17)	Chem Ursprung Neovius
—	—	4740 20 1	—	—	—
—	4736 1 3	—	—	—	N
—	—	33 95 1	—	—	—
—	—	31 27 1	—	—	—
—	26 8 3	—	—	—	N
—	21 9 1	19 92 1	—	—	N
—	18 5 3	—	—	—	N
4712 0 2	12 5 1	12 87 1	—	—	N
—	10 1 5	10 20 3	—	—	O
—	09 7 2	—	—	—	N
06 5 4	05 6 6	05 42 3	—	—	O
—	05 0 2	—	—	—	N
—	—	03 02	—	—	—
—	—	01.65 2	—	—	—
—	—	00 40 2	—	—	—
4698 0 4	4699 7 6	4699 40 2u	—	—	O
—	98 0 1u	—	—	—	N
—	96 0 2u	96 70 1	—	—	N, O
—	—	95 15 2	—	—	—
—	—	94 15 4	—	—	—
—	92 0 1	91 40 1	—	—	O
—	—	88 80 1	—	—	—
—	—	87 15 1	—	—	—
—	—	82 40 1	—	—	—
—	—	81 10 1	—	—	—
75 0 2	76 5 6	76 40 2	—	4674 2 2	O
—	74 8 4	74 95 2	—	—	N
—	—	73 30 1	—	—	—
—	—	72 30 2	—	—	—
—	—	71 65 2	—	—	—
—	70 9 3u	—	—	—	N
—	68 1 3	67 55 2	—	—	N
—	—	65 70 2	—	—	—

Thalen (12)	Neovius (19)	Trowbridge u Hutchins (18)	Frost u Adams (21)	Hartley u Adeney (17)	Chem Ursprung Neovius
—	4545 1 3	4544 50 3	4547 16	4543 4 2	N
—	35 1 1	—	—	—	N
—	30 3 6u	—	—	30 1 3	N
—	23 0 1u	—	—	23 0 2	N
—	—	20 50 4	—	—	—
—	18 0 1	—	17 12	—	N
—	14 8 3	—	15 08	13 7 2	N
—	11 6 1	11 85	—	—	N
—	07 7 6	07 72 4	—	06 6 2	N
—	—	03 05 4	—	—	—
—	—	4498 95 2	—	—	—
—	—	96 97	—	—	—
—	4491 2 1u	—	—	—	O
—	—	89 90 2	—	—	—
—	88 0 2	87 94	—	—	N
—	82 1 1	81 87	—	—	N
—	78 0 3	77 87 2u	—	4476 6 2	N
—	75 0 1u	—	—	—	N
—	—	72 90 1	—	—	—
—	69 6 3u	69 50 1	—	—	O
—	67 8 4	68 02 1	—	66 1 2	O
—	—	66 00	—	—	—
—	65 4 4	65 40	—	—	O
—	60 0 3	59 90 2	—	58 7 2	N
—	—	56 00 2	—	—	—
—	52 7 3	52 40	—	—	O
4446 5 5	47 3 12	47 09 5	4447 16	46 0 4	N, O
—	43 2 1	43 00 u	—	—	O
—	—	39 47 u	—	—	—
32 0 3u	34 4 3	34 27	—	32 6 2u	N
—	32 0 3u	31 90 u	—	—	N
—	30 4 3	30 04 2	—	—	N
—	26 1 5	26 00 2	—	25 9 2u	N

61 5 2	61 9 5	—	4661 73	60 2 2	O
—	—	59 60 1	—	—	—
—	58 1 1	58 05 1	—	—	N
—	—	55 90 2	—	—	—
—	54 8 3	54 85 2	—	—	N
—	—	54 10 2	—	—	—
—	51 0 4	51 02 3	50 93	—	N, O
49 0 4	49 2 8	49 25 4	49 25	47 2 2	O
—	—	45 40 2	—	—	—
42 0 5	43 4 9	43 45 4	43 24	41 2 2	N
40 0 3	41 9 9	41 90 3	41 89	—	O
—	40 5 1	40 75 2	—	—	N
—	39 0 5	38 90 4	38 94	—	O
—	34 0 3	43 00	—	—	N
30 5 5	30 9 12	30 73 5	30 70	28 9 4	N
21 0 4	22 0 9	21 42 4	21 55	19 9 2	N
13 0 4	14 2 8	14 05 4	14 03	12 3 2	N
—	—	12 75 2	—	—	—
—	09 6 2	09 45	—	—	N, O
06 5 4	07 2 8	07 20 5	07 31	05 6 2	N
01 0 4	01 3 9	01 37 5	01 63	00 1 2	N
4596 0 3	4596 6 6	4596 20 4	4596 29	4595 0 2	O
—	—	92 95 4	—	—	—
—	—	92 00	—	—	—
90 5 3	91 1 7u	90 95 4	91 07	89 3 2	O
—	—	90 00 1	—	—	—
—	—	89 40 1	—	—	—
—	—	88 92 1	—	—	—
—	—	88 05 1	—	—	—
—	—	87 45	—	—	—
—	—	83 15 5	—	—	—
—	—	82 32	—	—	—
—	79 2 2	78 55	—	—	N
—	—	77 50	—	—	—
—	—	72 02	—	—	—
—	65 0 2	65 97	—	—	N
—	52 6 3u	—	—	53 2 2u	N

—	—	21 00 2	—	—	—
18 0 5	17 3 9	17 17 4	17 12	15 5 2	O
14 5 5	15 0 9	15 00 4	15 08	13 6 2	O
—	01 3 3u	01 22	—	02 6 2	N
—	4396 1 3u	4396 30 2	—	4394 9 2	O
—	92 4 1	—	—	—	N
—	—	86 50 u	—	—	—
—	85 8 1	85 40 1	—	86 3 1	N
—	—	85 30 1	—	—	—
—	—	81 50 2	—	—	—
—	79 7 3	79 70 2	—	78 0 2	N
—	75 2 1	—	—	—	N
—	71 4 3	71 40 2	—	—	N
4365 0 2u	69 7 3	69 60 2	—	—	O
—	68 8 3	—	—	—	O
—	67 0 6	66 92 4	4367 01	65 8 2	O
—	—	65 40 2	—	—	—
—	62 1 1	62 90	—	—	N
—	56 7 1u	56 62 2	—	56 4 1	N
—	—	53 70 4	—	—	—
50 5 3	51 6 6	51 40 4	51 50	—	O
47 5 5	49 4 8	49 30 4	49 54	50 5 2	O
46 0 3	47 9 6	47 94 4	48 13	48 2 4	N, O
—	—	47 47 2	47 62	—	—
—	45 8 6	45 52 4	45 68	43 9 2	O
—	41 8 1u	—	—	—	N
33 0 3u	37 1 3	36 77	—	35 9 2	O
—	—	32 40	—	—	—
—	31 7 3u	31 20 1	—	30 8 2	N, O
—	—	30 37 1	—	—	—
—	28 5 1	28 42 1	—	—	O
—	27 3 3	27 60 1	—	26 9 2	O
—	25 9 3	25 90	—	24 6 2	O
—	—	23 90 1	—	—	—
—	—	22 80 2	—	—	—
19 0 4	19 9 4	19 50 4	19 76	18 7 2	O
16 5 4	17 1 4	17 20 4	17 27	16 2 2	O

Thalén (12)	Neovius (19)	Trowbridge u Hutchins (18)	Hartley u Adeney (17)	Chem. Ursprung Neovius
—	—	4315 52 2	—	—
—	—	12 72 2	—	—
—	—	09 87 2	4306 5 1	—
—	—	05 67 1	—	—
—	4303 4 1u	03 80 1	02 0 1	O
—	4292 0 1u	4291 90 2	4290 0 2u	O
—	82 9 1u	82 40 2	—	N, O
—	—	79 90 3	—	—
—	—	77 90 2	—	—
—	75 2 1	74 82 1	75 3 2u	N, O
—	—	71 22 2	74 3 1	—
—	66 7 2	66 32 2	65 4 1	N
—	54 1 1u	53 42 1	53 4 2	O
—	51 0 1	—	—	N
—	—	49 02	—	—
—	42 1 6u	41 92	40 6 4u	N
—	37 0 6u	36 67	36 4 4u	N
4230 0 4u	28 9 6u	28 92 u	28 9 3u	N
—	—	25 92 2	—	—
—	25 1 1	24 92 2	—	N
—	23 4 4	23 17 2	22 6 2u	N
—	22 2 1	—	—	N
—	19 2 1	—	—	N
—	15 6 1u	14 92 1	16 5 2	N
—	11 4 1	—	—	N
—	—	09 12 1	—	—
—	07 1 1u	06 92	06 3 2u	N
—	—	05 72 1	—	—
—	—	02 12	—	—
—	—	4199 22	—	—
—	4198 2 4u	98 72	4197 9 2u	N
—	96 5 4	—	—	N
—	93 2 1	93 77 1	—	N

Thalén (12)	Neovius (19)	Trowbridge u Hutchins (18)	Hartley u Adeney (17)	Chem Ursprung Neovius
—	4103 4 4u	—	4102 6 3	N
—	4097 3 8u	4097 49 2	4096 5 4	N, O
—	93 1 4	93 09 2	92 6 1	O
—	89 3 1u	88 64 2	—	O
—	—	85 84	—	—
—	85 3 3	85 24	84 8 2	O
—	81 7 1	—	—	N
—	79 1 3	78 83 2	—	O
4075 5 3	76 3 9	76 19 4	75 1 4	O
74 0 3u	72 4 9	72 34 4	71 4 4	O
71 5 3u	70 1 8	70 24 4	69 2 4	O
69 5 3u	—	66 84 2	—	—
—	63 7 1	—	63 5 1	N
—	56 8 1u	—	57 2 1	N
40 0 2u	41 5 6u	41 39 u	41 7 4u	N
—	35 2 5u	35 34 u	34 4 2u	N
—	25 9 2u	—	25 3 2u	N
—	19 4 1	—	—	—
—	14 3 1	—	—	N
—	11 1 1	11 34 2	—	—
—	—	08 39	—	—
—	—	3998 81 1	—	—
3995 0 2	3995 2 12	95 10 5	3994 5 5	N
	—	92 87 2	88 5 1	—
	82 9 4	82 92 2	83 0 2	O
	—	81 40	—	—
	73 5 2	73 60 4	72 5 4	O
	68 6 1	68 70	67 3 2	N
	—	63 70	—	—
	61 6 1	—	—	O
	—	59 975	—	—
	—	58 90	—	—
	—	58 10 2	—	—

4189 5 3	90 0 7	90 00 5	89 3 2	O
84 5 3	85 8 7	85 32 5	85 1 2	O
—	80 3 2u	79 92 2u	—	N
—	—	77.92 1	—	—
—	76 7 5u	—	76 8 2u	N
—	—	75 72 u	—	—
—	72 0 2	72 12	—	N
—	69 5 3	69 47	69 2 2u	O
—	67 2 1	66 72 2	—	N
—	—	64 72 2	—	—
—	58 4 1	—	57 9 1	N
—	56 7 3	56 79	—	O
—	—	55 42 2	—	—
55 0 1u	53 7 6	53 57	52 7 2	O
49 0 1u	52.0 5	51 92	—	N
—	—	47 42	—	—
—	45 9 7	45 87	45 4 3	N, O
—	43 8 4	—	—	O
—	42 8 1	—	—	N
—	42.4 1	—	—	O
—	40 7 1	—	—	N
—	37 8 1u	—	—	N
37 0 2u	34 2 6	33 79 2	—	N
—	32 9 6	32 82 2	32 8 3	O
—	29 3 1	—	—	O
23 0 3	24.0 5	23 52	23 7 2	N, O
—	21 8 4	21 56 2	—	O
—	—	21 52 2	—	—
—	20 6 6	20 46 2	19 0 3	O
—	19.4 9	19 36 4	—	N, O
—	16 8 1	—	—	N
—	14 2 1	—	—	O
—	12 4 3	12 16 1	10 9 2	O
—	11 0 2	11 01 1	—	O
—	—	09.76 5	—	—
—	05 2 4u	05 21 4	04 3 3	O
—	—	05 04 4	—	—

56 1 7	56 175 4	—	N
54 6 5	54 85 4	54 8 4	O
—	51 45	—	—
—	49 00	—	—
—	48 10 1	—	—
47 5 3	—	—	O
—	46 20	—	—
45 3 4	—	44 5 2u	O
—	42 48	—	—
—	41 40 2	—	—
—	40 70 2	—	—
39 7 2u	39 80 2	39 2 2u	N
—	38 80 2	—	—
—	36 90 2	—	—
34 7 1u	35 10 1	32 9 1	N
28 8 2	—	29 0 1	—
19 2 10	19 25 4	18 5 4	N, O
12 2 5	12.30 3	11 7 2	O
09 2 1	—	—	N
07 8 1	—	—	O
—	06 00	—	—
—	02 20 1	—	—
—	00 975	—	—
3898 9 1u	—	—	O
—	3896 90 2	—	—
—	96 40 2	—	—
—	94 95 2	—	—
93 4 1u	93 50 2	3892 4 1	N
82 6 3	82 45 4	81 9 2	O
75 9 1	—	—	O
64 7 3	64 90 2	63 8 2	O
63 6 2	63 80 2	—	O
61 7 3	—	—	N
60 5 3	—	—	—
57 2 4u	57 40 2	56 2 2u	N, O
51 6 2	—	—	O
50 6 3	50 70 2	50 0 2	N

Neovius (12)	Trowbridge u Hutchins (18)	Hartley u Adeney (17)	Chem Ursprung Neovius
3848 1 1u	—	—	N,O
45 3 3	—	—	N
44 0 1	—	—	O
43 1 2u	3843 00 1	3841 7 2u	N
—	42 30 1	—	—
39 8 2u	39 275 1u	39 3 2u	N
31 0 1u	30 60 1u	31 0 2	N
24 4 1u	—	24 0 1	O
09 9 1	—	—	N
04 3 1u	—	04 0 2	O
—	—	3791 6 2	—
3782 3 1	—	82 1 2	N
79 1 1	—	—	O
70 9 1	—	71 5 2	N
64 6 1	—	—	O
59 9 1	—	59 4 2	O
58 5 1	—	—	N
57 1 1	—	—	O
54 6 1u	3755 35 4	53 7 2	O
49 7 6	49 80 4	49 0 4	O
44 4 1		—	—
41 3 1		39 7 1	O
36 9 1		—	O
29 4 3		—	N
27 4 5		26 6 4	O
12 9 3		12 2 3	O
09 3 1		—	O
07 2 1		—	O
03 3 1		02 0 1	O

Hartley u Adeney (17)	Hartley u Adeney (17)	Hartley u Adeney (17)
3639 0 2	3324 7 2	2710 1 2u
13 6 2	20 0 2	2598 4 1
10 0 2	13 3 1	91 8 2
3595 0 2	07 1 1	80 0 2
89 6 2	01 1 1	22 1 2u
83 7 2	3289 9 2u	2478 1 2
76 2 2	74 2 2u	63 0 1u
60 6 2u	65 2 2	53 8 2
50 3 1	59 9 2	45 2 3
45 2 2u	19 7 1	33 6 3
14 1 1	3157 4 1	23 8 2
3499 7 1	39 3 3	18 6 2
90 7 2	34 2 3	16 2 1
78 1 2	22 4 1	11 7 1
71 2 2	3058 4 1	07 7 1
56 2 1	46 3 2	2398 3 1
48 0 1	42 5 1	90 7 1
36 9 4	34 9 2	32 2 1
08 0 3	24 1 2	18 1 3
3389 9 3	16 1 2	14 4 1
76 9 2	07 0 4	01 8 2
73 6 2	2982 8 2	2298 0 2
70 3 2	59 5 2	94 2 2
66 7 3	2884 6 2	91 0 1
65 7 3	80 4 2	89 3 1
53 7 3	23 1 2u	50 2 1u
42 7 1u	2799 5 2	2186 0 1u
31 5 4	48 8 1	
29 3 4	33 2 2	

Blitzspectrum.

Literatur

[1] D Alter, On certain physical properties of the light of the electric spark, within certain gases as seen through a prism Americ J (2) **19** p 213—214 (1855)

[2] P Laborde, Les Mondes **8** p 299—300 (1865)

[3] A Kundt, Ueber die Spectren der Blitze Pogg Ann **135** p 315—326 (1868)

[4] J Herschel, On the lightning spectrum Proc Roy Soc **17** p 61—62 (1868), Phil Mag (4) **37** p 142—143 (1869)

[5] H C Vogel, Ueber die Spectra der Blitze Pogg Ann **143** p 653—654 (1871)

[6] J P Joule, Spectrum of lightning Nat **6** p 161 (1872)

[7] H R Procter, Spectrum of lightning Nat **6** p 161, 220 (1872)

[8] C S Holden, Spectrum of lightning Americ J (3) **4** p 474—475 (1872)

[9] Th Hoh, Blitz-Spectra Pogg Ann **152** p. 173—175 (1874)

[10] J W Clark, Observations of the spectrum of sheet lightning Chem News **30** p 28 (1874)

[11] J W. Clark, Some further observations on the spectra of lightning Chem News **32** p 65 (1875).

[12] J W Clark, On the spectra of lightning Chem News **35** p 2 (1877)

[13] A. Schuster, On spectra of lightning. Proc. Phys. Soc. **3** p. 46—52 (1879), Phil. Mag. (5) **7** p. 316—321 (1879).

[14] A. Fowler, The lightning spectrum. Nat. **46** p. 268 (1892).

[15] G. Meyer, Ein Versuch, das Spectrum des Blitzes zu photographiren. Wiedem. Ann. **51** p. 415—416 (1894).

[16] E. C. Pickering, Spectrum of lightning. Astrophys. J. **14** p. 367—369 (1901).

[17] Ph. Fox. The spectrum of lightning. Astrophys. J. **18** p. 294—296 (1903).

Bei Alter [1] findet sich die erste Aeusserung über das Spectrum des Blitzes: nachdem er die Spectren des Funkens in Luft und Wasserstoff beobachtet, in letzterem eine rothe starke Linie gesehen hat, meint er, die röthlichen Blitze treten auf, wenn die Entladung Wassertropfen trifft, weissliche, wenn sie nur durch Luft gehen.

Laborde [2] sucht zuerst das Spectrum zu beobachten; er sieht meist zahlreiche scharfe Linien, darunter namentlich eine in der Nähe von E [λ 527], die manchmal allein sichtbar sei. Kundt [3] unterscheidet Flächen- und Funkenblitze, letztere geben variable Linienspectra, erstere Bandenspectra, in denen meist nur blaue und violette Banden, manchmal auch grüne, gelbe und selbst rothe zu sehen sind. — Herschel [4] findet auf continuirlichem Grunde zahllose helle Linien, die sehr veränderlich in ihrer Intensität seien, im Roth höre das Spectrum plötzlich auf. Sicher habe er die Hauptlinie des Stickstoffs bei λ 500 constatiren können.

Etwas mehr kann H. C. Vogel [5] messen: er sieht 5341 schwach, 5184 ziemlich hell, 5002 sehr hell, davor noch eine schwächere Linie, 4860 hell, Band von 4673 bis 4583. Von diesen Linien gehören die erste zu O, 4860 zu H, die anderen zu N. Manche Blitze zeigten auch nur continuirlichen Grund, oder in ihm helle Linien.

Joule [6] sieht entweder nur die Hauptlinie des N, oder mehrere Linien, oder continuirliches Spectrum; er meint, es handle sich um das Luftspectrum. Procter [7] sieht Linien bei etwa 66, 59, 56, 53, 50, oder auch Banden. Auch Holden [8] macht nur allgemeine Angaben: in Flächenblitzen sieht er eine Serie von hellen Banden im Grün, in Funkenblitzen auf continuirlichem Grund Linien. Hoh [9] dagegen sieht nur Linien, keine Banden. Die Angaben von Clark [10, 11, 12] sind ebenfalls nur qualitativ: bei Flächenblitzen sieht er nur continuirliches Spectrum bis auf einen Fall, wo nur drei helle Streifen auftreten. Von anderen 26 Blitzen zeigten 11 helle Linien von O, N und H, 7 waren zu lichtschwach, 8 gaben continuirliches Spectrum. Auch wurden Fälle beobachtet, wo nur ein Stück des continuirlichen Spectrums auftrat, nur Roth oder auch das Stück zwischen D und E oder D und F.

Mit Schuster [13] beginnen genauere Messungen. Auch er sieht theils continuirliche, theils Banden- und Linienspectra. Er misst nur zwischen 580 und 500 $\mu\mu$, sieht oft 5002 und 5681, die zu N gehören, ferner drei Bander α 5592, β 5334, γ 5182, einmal an einer Stelle nur δ 5260. Er meint, α könne von CO oder O herrühren, β sei sicher die Sauerstofflinie 5329, γ sei CO oder N.

Fowler [14] misst 5675, 5515, 5430, 5350, 5168, 5002 Die erste und letzte seien sicher Luftlinien, 5158 vielleicht die C-Bande 5165

Das Spectrum des Blitzes ist eine so kurz andauernde Erscheinung, dass man nicht erwarten kann, mit dem Auge brauchbare Resultate zu erlangen, hier ist die Photographie an ihrem Platz Die erste unvollkommene Anwendung derselben macht Meyer [15], der vor das Objectiv der Kamera ein Gitter halt, er findet nur eine Linie, deren Wellenlange er nach unzweckmassiger Methode zu 382 $\mu\mu$ berechnet. Erheblich vollkommenere Resultate erreicht Pickering [16], der ein Objectivprisma benutzt, er findet in verschiedenen Blitzen verschiedene Linien und eine verschiedene Anzahl, 3 bis 30 Pickering findet, dass eines der Spectra, welches publicirt wird, ganz aussordentlich ahnlich dem Spectrum von Nova Persei sei In wie weit das nur auf der grossen Ungenauigkeit beider Messungen beruht, bleibe unerortert

Noch etwas bessere Resultate scheint Fox [17] erhalten zu haben Freilich differiren auch hier verschiedene Messungen an derselben Platte um 10 A Eine Vergleichung mit linienreichen Spectren, wie z B dem der Luft, hat daher wenig oder gar keinen Zweck, nimmt man gar noch das Bandenspectrum des N hinzu, so wird es naturlich keine Linie im Blitzspectrum geben konnen, fur welche man nicht mit einer Annaherung von 5 A eine Vergleichslinie fande — Pickering nimmt an, dass die Wasserstoffserie vorhanden sei, seine Intensitatsangaben sprechen freilich kaum dafur, da die Linien desto schwacher werden mussen, je kleiner die Wellenlange ist, aber das ist nicht der Fall, wie die Tabelle zeigt.

Ich lasse nun die Messungen folgen

Pickering	Fox	Pickering	Fox
5595 30	5600 Band, sehr stark	4222 5	4236 stark
5173 1	5175 sehr schwach	4187 ?	} 4165 Band
5022 2	5003 gut	4147 4	
4940 ?	—	4102 8 Hδ	4106 gut
4861 5 Hβ	4858 sehr schwach	—	4074
4754 1	4790 sehr schwach	4046 2	4041 scharf
4643 8	4631 Band, stark	3998 3 Hε	3997 scharf
4519 1	4529 breit	3956 2	3950 sehr schwach
4441 ?	4439 stark	3881 10 Hζ	3898 schwach
4341 5 Hγ	4349 breit	—	3848 schwach, breit
4263 1	—		

Diese Tabelle zeigt, dass vorlaufig die Messungen nicht genugen, um Auskunft uber den Ursprung der Linien zu geben

Zu erwahnen ware noch, dass Gibbons (Chem News 24 p 96 (1871)) im Blitzspectrum Kupferlinien zu sehen meint, dann (Chem News 40 p 65 (1879)) mittheilt, in der Nahe sei eine grosse Kupferschmelze gewesen.

Spectrum des Nordlichtes.

Literatur

[1] D Alter, On certain physical properties of the light of the electric spark, within certain gases as seen through a prism Americ J (2) **19** p 213—214 (1855)

[2] T R Robinson, On fluorescence produced by the aurora Phil Mag (4) **15** p 326—327 (1858)

[3] J A Ångstrom, Spectrum des Nordlichts Pogg Ann **137** p 161—163 (1869) (Ubersetzt aus Recherches sur le spectre solaire 1868)

[3a] S Lemstrom, Ofvers Vetensk Akad Forhandl 1869 Nr 7* Die dortigen Angaben sind in Wellenlangen umgesetzt von Gyllenskiold (82)

[4] C Winlock, On the spectrum of the aurora borealis Americ J (2) **48** p 123 (1869)

[5] Ch S Pierce, On the spectrum of the aurora borealis Americ J (2) **48** p 404—405 (1869)

[6] C A Young, On a new method of observing contacts at the sun's limb, and other spectroscopic observations during the recent eclipse Americ J (2) **48** p 370—378 (1869)

[7] J J Plummer, Note on an aurora borealis, April 2nd 1869 Monthly Not **29** p 273—275 (1869)

[8] O Struve, Beobachtung eines Nordlichtspectrums Bull acad St Petersbourg **13** p 49—50 (1869)

[9] A S Davis, On a possible cause of the bright line observed by M Ångstrom in the spectrum of the aurora borealis Phil Mag (4) **40** p 33—34 (1870)

[10] F Zollner, Ueber das Spectrum des Nordlichtes Ber Sachs Akad **22** p 254—260 (1870), Pogg Ann **141** p 574—581 (1870)

[11] T F The aurora borealis Nat **3** p 6 (1870)

[12] W B Gibbs, The aurora borealis Nat **3** p 6 (1870)

[13] Thos G Elger, The aurora borealis Nat **3** p 6 (1870)

[14] H R Procter, The aurora borealis Nat **3** p 6—7 (1870)

[15] J Rand Capron, The aurora borealis Nat **3** p 28 (1870)

[16] H R Procter, The spectrum of the aurora Nat **3** p 68 (1870)

[17] E C Pickering, The spectrum of the aurora Nat **3** p 104—105 (1870)

[18] J Browning, On the spectrum of the aurora borealis Monthly Not **31** p 17 (1870), Phil Mag (4) **41** p 79 (1871)

[19] A H Church, Spectrum of the aurora Chem. News **22** p 225 (1870)

[20] O Reynolds, The tails of comets, the solar corona, and the aurora considered as electric phenomena Chem News **22** p 294—296 (1870), **23** p 121 (1871)

[21] H R Procter, The spectrum of the aurora Nat **3** p 346—347, 369 (1871)

[22] H R Procter, The spectra of aurora and corona Nat **3** p 468 (1871)

[23] T H Waller, The aurora Nat **3** p 468 (1871)

[24] A S Herschel, The aurora borealis Nat **3** p 486 (1871)

[25] T W Backhouse, Spectrum of the aurora Nat **4** p 66 (1871)

[26] R J Ellery, Spectrum of the aurora Nat **4** p 280 (1871)

[27] C A Young, The solar aurora theory Nat **4** p 345 (1871)

[28] Lord Lindsay, The aurora Nat **4** p 347, 366 (1871)

[29] G F Barker, Note on the spectrum of the aurora Americ J (3) **2** p 465 bis 468 (1871)

[30] C P Smyth, On auroral, and other faint, spectra under small dispersion Astron Observ Edinburgh **13** p R 85—R 98 (1871)

[31] S Lemstrom, Observations sur l'électricite de l'air et sur l'aurore boreale, faites pendant l'expedition suedoise de 1868 au pole nord Arch sc phys (2) **41** p 145—165 (1871)

[32] H C Vogel, Untersuchungen über das Spectrum des Nordlichts Ber Sachs Akad **23** p 285—299 (1871), Pogg Ann **146** p 569—585 (1872)

[33] C P Smyth, The aurora borealis of Feb 4th Nat **5** p 282—283 (1872)

[34] A Cornu, Sur le spectre de l'aurore boréale du 4 février C R **74** p 390—391 (1872)

[35] A Prazmowski, Étude spectrale de la lumière de l'aurore boréale du 4 février C R 74 p 391—392 (1872)

[36] A. Bertin, Sur le spectre de l'aurore boreale Ann chim et phys (4) **26** p 269 bis 273 (1872)

[37] G Salet, Ber chem Ges **5** p 222 (1872)

[38] C P Smyth, Sur la raie brillante de couleur jaune citron, dans le spectre des aurores boreales C R **74** p 597 (1872)

[39] E S Holden, Spectrum of the aurora Americ J (3) **4** p 423—424 (1872), Phil Mag (4) **44** p 478—479 (1872)

[40] A J v Oettingen, Das Nordlichtspectrum Pogg Ann **146** p 284—287 (1872)

[41] Henry Cooper Key, The aurora of february 4 Nat **5** p 302 (1872).

[42] L Respighi, Observations of the aurora borealis of february 4 and 5, 1872 Nat **5** p 511—512 (1872)

[43] A C Twining, The aurora of Febr 4th 1872 Americ J (3) **3** p 273—281 (1872)

[44] G Rayet, Sur le spectre de l'aurore boreale J de phys **1** p 363—367 (1872)

[45] F Denza, Osservazioni spettroscopiche fatte a Moncalieri sull'aurora polare del 4 febbrajo 1872 Ist Lombardo, Rendic (2) **5** p 556—565 (1872), Arch sc phys (2) **43** p 414—419 (1872)

[46] H C Vogel, Spectralanalytische Beobachtungen Beob a d Sternw z Bothkamp **1** p 11—20 (1872).

[47] H Tarry, Sur l'origine des aurores polaires C R **74** p 549—553 (1872)

[48] P Tacchini, Sur l'aurore boréale du 4 février 1872 C R **74** p 540—542 (1872)

[49] P Tacchini, Fenomeni solari e aurore boreali del luglio 1872 Mem soc spettrosc Ital **1** p 87-95 (1872)

[50] A Secchi, Sul' aurora elettrica del 4 febbrajo 1872 Acc dei Lincei, Atti, **25** p 101—112 (1872), C R **74** p 583—588 (1872).

[51] E J Stone, Aurora of Febr 4th Americ J (3) **3** p 391—392 (1872)

[52] Persiflor Frazer jr, On a spectroscopic observation of the aurora of april 10, 1872 Proc Americ phil soc **12** p 579—580 (1872)

[53] J P Maclear, Spectrum of aurora. Nat **6** p 329 (1872)

[54] J Rand Capron, The spectrum of the aurora and of the zodiacal light Nat **7** p 182—183 (1873)

[55] J Rand Capron, Aurora spectrum Nat **7** p 201 (1873)

[56] F W Backhouse, Spectrum of aurora Nat **7** p 463 (1873)

[57] G F Barker, On the spectrum of the aurora of october 14th, 1872. Americ J (3) **5** p 81—84 (1873)

[58] H A Rowland, On the auroral spectrum Americ J (3) **5** p 320 (1873)

[59] S Lemström, Sur la décharge électrique dans l'aurore boreale et le spectre du même phénomène d'après des observations faites pendant un voyage dans la Laponie Finlandaise en 1871 Arch sc phys (4) **50** p 225—242, 355—386 (1874)

[60] A J Ångström, Ueber das Spectrum des Nordlichts Pogg Ann Jubelbd p 424—429 (1874), J de phys **3** p 210—214 (1874)

[61] A Wijkander, Observations sur le spectre de l'aurore boréale faites dans l'expédition suédoise en 1872—1873 Arch sc phys (4) **51** p 25—30 (1874), Ofvers Vetensk-Akad Forh 1874 Nr 6 p 41—45 *

[62] A S Herschel, On the spectrum of the aurora Phil Mag (4) **49** p 65—71 (1875)

[63] J Rand Capron, On the comparison of some tube and other spectra with the spectrum of the aurora Phil Mag (4) **49** p 249—266 (1875)

[64] J P Maclear, Spectrum of aurora australis Nat **17** p 11—12 (1877)

[65] C P Smyth, Spectroscopy Edinburgh Astron Observ **14** p (27)—(46) (1877)

[66] J Rand Capron, Aurorae their characters and spectra London bei Spon 1879 207 pp 4°

[67] R Copeland, Observations of aurorae on august 12 und 13 Nat **22** p 510 (1880)

[68] E B Kirk, Observatory 1880 p 542, 1882 p 271 *

[69] Greenwich spectroscopic observations made 1881 Greenwich Observ 1881 p 2—63.

[70] Greenwich spectroscopic observations made 1882 Greenwich Observ 1882 p 2—38.

[71] T R Robinson, Observatory 1882 p 53—54 Nat **27** p 85 (1882)

[72] J Rand Capron, Swan lamp spectrum and the aurora Nat **27** p 149 (1882)

[73] J Munro, Swan lamp spectrum and the aurora Nat **27** p 173 (1882)

[74] J Rand Capron, The aurora and its spectrum Nat **27** p 198 (1882)

[75] S Lemstrom, Experiences sur l'aurore boreale en Laponie J de phys (2) **2** p 315—317 (1883)

[76] Th W Backhouse, The spectrum of the aurora Nat **28** p 209—212 (1883)

[77] H E Tresca, Sur les observations de M Lemström en Laponie C R **96** p 1335 bis 1336 (1883)

[78] S Lemstrom, The aurora borealis Nat **28** p 60—63, 107—109, 128—130 (1883)

[79] S Lemstrom, Sur les principaux résultats de l'expedition polaire finlandaise C R **99** p 91—95 (1884)

[80] A E Nordenskiöld, Sur les aurores boreales observees pendant l'hivernage de la Vega au detroit de Behring (1878—1879) Ann chim et phys (6) **1** p 5—72 (1884)

[81] E Hoppe, Das Spectrum des Buschellichtes Gott Nachr 1885 p 305—310

[82] V Carlheim-Gyllenskiold, Exploration internationale des regions polaires 1882—1883 Observations faites au cap Thordsen, Spitzberg, par l'expedition Suédoise Tome II p 158—174 Stockholm 1886 bei Norstedt & Soner

[83] C P Smyth, Bright clouds on a dark night sky Trans Roy Soc Edinb **32**, I p 11—36 (1887)

[84] Bericht der Norwegischen Polarstation Nat **39** p 515—516 (1889)

[85] J N Lockyer, Notes on the spectrum of the aurora Proc Roy Soc **43** p 320—322 (1888) On the spectra of meteor swarms Proc Roy Soc **45** p 380—392 (1889), Proc Roy Soc **47** p 28—39 (1889), Nat **42** p 342—345, 393—397 (1890)

[86] W Huggins, On the wave-length of the principal line in the spectrum of the aurora Proc Roy Soc **45** p 430—436 (1889), Nat **40** p 69—70 (1889)

[87] J N Lockyer, On the wave-length of the chief fluting seen in the spectrum of manganese Proc Roy Soc **46** p 35—40 (1889)

[88] M Berthelot, Remarques sur les spectres de l'argon et de l'aurore boréale C R **120** p 662—663, 1386—1390 (1895)

[89] A Schuster, The origin of the aurora spectrum Nat **58** p 151 (1898)

[90] C Runge, The origin of the aurora spectrum Nat **59** p 29 (1898)

[91] E C Pickering, Photographic spectrum of the aurora. Astron Nachr **146** Nr 3491 p 175 (1898)

[92] T W Backhouse, The origin of the aurora spectrum Nat **59** p 127 (1898)

[93] A Paulsen, Sur le spectre des aurores polaires C R **130** p 655—656 (1900)

[94] A Paulsen, L'aurore polaire d'apres les travaux de la mission Danoise en Islande Rapp Congr Internat de Physique, Paris 1900, **3** p 438—452

[94a] Angot, Aurores polaires * Erwahnt in (94)

[95] G D Liveing and J Dewar, On the spectrum of the more volatile gases of atmospheric air which are not condensed at the temperature of liquid hydrogen Proc Roy Soc **67** p 467—474 (1900)

[96] J Sykora, Die Wellenlangen der photographisch erhaltenen Linien des Nordlicht-spectrums Astron Nachr **165** Nr 3741 p 326 (1901), Mém acad St Pétersb **11**, 9 (1901)

[97] H Stassano, Sur la nature et la constitution du spectre des aurores polaires Ann chim et phys (7) **26** p 40—57 (1902)

[98] A Paulsen, Comparison of the spectrum of nitrogen and of the aurora Rep Brit Ass 1903 p 575—578

[99] C Runge, On the spectrum of the aurora Astrophys J **18** p 381—382 (1903)

[100] E C C Baly, The spectrum of the aurora Astrophys J **19** p 187—189 (1904)

[101] J Westman, Aurores boréales Mission scientifique pour la mesure d'un arc de méridien au Spitzberg Tome 2, Stockholm 1904

Die erste Notiz, die ich uber das Nordlichtspectrum gefunden habe, stammt von Alter [1], der bei Gelegenheit einer Untersuchung der Funken-

spectra in Gasen sagt „The colours observed in the aurora borealis, probably indicate the elements involved in that phenomenon“ Bald darauf bemerkt Robinson [2], dass Nordlicht Fluorescenz errege, dass also auch ultraviolettes Licht von ihm ausgesandt werde

Die erste Messung der Hauptlinie im Grun, der sogenannten Nordlichtlinie, verdanken wir Ångstrom [3] Es sagt, man sollte erwarten, das Spectrum sei identisch mit dem der Entladung in Luft, aber das sei nicht der Fall, er finde die grune Linie bei 5567, daneben noch 3 sehr schwache andere nach Blau hin, der Ursprung aller sei unbekannt Struve [8], dem Ångstrom seine Beobachtung mittheilt, sieht die grune Linie bei 1259 der Kirchhoffschen Scala, was etwa 5552 ergiebt. — Winlock [4] theilt mit, Peirce habe einige Messungen gemacht, die er nach der Hugginsschen Scala fur 5 Linien angiebt, Pierce [5] selbst giebt dann 7 Linien an (Siehe die Tabelle, wo ich die Umrechnung von Backhouse [76] annehme) Auf Grund dieser Messung findet Young [6] eine auffallende Aehnlichkeit mit ebenso unsicheren Messungen der Corona. — Da die Coronalinie 1474 Kirchhoff damals fur eine Eisenlinie gehalten wurde, reclamirt Norton[1]) auch die Nordlichtlinie fur Eisen, und Newlands[2]) bemerkt, er habe fruher gesagt, der Meteorstaub, der namentlich aus Eisen bestehe, musse besonders stark nach den Polen der Erde hingezogen werden, dadurch erklare sich die Eisenlinie im Nordlicht!

Plummer [7] misst die grune Linie zwischen 553 und 560 Zollner [10] sieht zum ersten Mal eine rothe Linie bei 6279, eine grune Linie sei die Corona-Linie 5323; ferner seien im Blau breite bandartige Streifen vorhanden, „unter denen ein breites dunkles Band auf hellerem Grunde am auffallendsten war“. Zollner halt den blauen Theil fur ein Absorptionsspectrum

Davis [9] spricht die Vermutung aus, das Nordlicht sei eine Entladung in Meteorschwarmen — T F [11], Gibbs [12], Elger [13], Procter [14, 16], Capron [15] machen oberflachliche Angaben uber gesehene Linien, ohne Wellenlangen, dagegen theilt Pickering [17] wieder Messungen mit, die von Alvan Clark stammen: 569, das wahrscheinlich Ångströms 557 sei, 532, 486, und 434, die beiden letzten seien Wasserstofflinien

Reynolds [20] meint ahnlich wie Davis [9], Corona und Nordlicht seien Entladungen in interplanetaren Massen Procter [22] protestirt gegen die Aehnlichkeit der Spectra von Nordlicht und Corona, weder die starke Nordlichtlinie 557 noch andere seien je in der Corona gesehen, nur die sehr ungenau gemessene und schwache Linie 531 falle etwa an die Stelle der Corona-Linie 1474 Kirchhoff — Young [27] bleibt indessen bei seiner Ansicht, — falls die genaue Coincidenz der einen Linie sich bestatige

Browning [18], Church [19], Waller [23], Ellery [26] machen wieder

1) W A Norton, On the physical constitution of the sun Americ J (3) 1 p 395 bis 407 (1871)

2) J A R. Newlands, On the spectrum of the aurora Chem News 23 p 213 (1871)

nur allgemeine Angaben, Procter [21] giebt eine Zeichnung neben einer solchen des Sauerstoffspectrums, danach würde eine Linie und zwei Banden in beiden zusammenfallen. Auch Lord Lindsay [58] veröffentlicht eine Zeichnung mit 5 Linien. Herschel [24] findet die Hauptlinie bei 1255 Kirchhoff, d. h. etwa 5557, Backhouse [25] giebt für 4 Linien die Wellenlänge an (siehe Tabelle), Barker [29] misst 5 Linien. Auch Smyth [30, 33, 38] liefert zwei Messungen.

Vogel [32] findet einen Unterschied zwischen dem Spectrum des röthlichen und grünlichen Nordlichts, die er in Zeichnungen darstellt, und giebt 7 Wellenlängen. Ein Vergleich mit den Spectren von N und O zeigt einige Coincidenzen, aber Vogel bemerkt sehr richtig, dass man eben so gute Coincidenzen etwa mit dem Fe-Spectrum aufstellen könne. — Cornu [34] misst die grüne Linie zu 557, Salet [37], der ausserdem noch eine rothe sieht, zu 555. — v. Oettingen [40] sieht viele Linien, von welchen er 6 misst, die Hauptstickstofflinien seien sicher nicht vorhanden. Respighi [42] giebt nach der Kirchhoffschen Scala 1241 und 1820 an (5573 und 5051), Denza [45] 1246 (dies habe er in der Corona gesehen), zwischen 1818 und 1821.4, und F [5567, zwischen 5053 und 5049, 4861]. — Vogel [46] bestimmt die rothe Linie zu 626, während die Hauptlinie von Frazer [52] zu 563, von Maclear [53] zu 557 gemessen wird. — Die übrigen Arbeiten aus dem Jahre 1872 geben keine Wellenlängen, sondern allgemeine Angaben, oder (Tarry) Betrachtungen über den Ursprung.

Die nun folgenden Abhandlungen bringen Zusammenstellungen der bisher gewonnenen Resultate. Capron [54, 55] führt 7 Linien an: 1. die rothe Linie, 2. die Hauptlinie, die nach Procter mit einer O-Linie coincidire, 3. die mögliche Corona-Linie bei 532, 4. die Linie bei b 517, 5. die Linie bei 500, 6. die Linie bei F 486, 7. die Linie G 434. Ferner sei continuirlicher Grund beobachtet von T. F., Flögel und Schmidt[1]. N-Linien seien sicher nicht vorhanden, höchstens O-Linien. Backhouse [56] fügt zu dieser Tabelle noch einige Zahlen hinzu und giebt einige eigene neuere Messungen. Auch Barker [57] macht eine Zusammenstellung, als deren Resultat er giebt: Linien bei 630, 555, Bänder bei 533—520, 505—499, 493—485, 474—467, 431. Bertin [36] bespricht die vorhandenen Messungen. Neue Messungen liefert Rowland [58]: 6283, 5543, 425.

Eine Abhandlung von Lemström [59] giebt wieder eine Zusammenstellung alter Messungen und eigener neuer. Dann folgt ein Vergleich der Resultate mit dem Luftspectrum, der höchst willkürlich ist, indem die verschiedenen ungenauen Messungen offenbar derselben Linie als verschiedene Linien geführt werden. Da die Uebereinstimmung schlecht bleibt, nimmt er grosse Veränderlichkeit der Spectra an.

1) Diese Autoren werden erwähnt in Schellen, Spectralanalyse II p. 428 ff., wo sich auch sonst noch einige Angaben von Schellen, Förster usw. finden, die ich als bedeutungslos fortlasse.

Ångstrom [60] sagt, die Hauptlinie rühre von einer Fluorescenz der Luft her, die andern Linien von Entladungen in hohen Luftschichten. Als solche Linien führte er 5567, 521, 501, 487, 472 an, was er mit dem Bandenspectrum verdünnter Luft vergleicht, hier seien die hellsten Kanten 5227, 4707 4272 (wofür Lemstrom 4255 hat). Vogel [32] habe noch 4663 und 4629 gesehen, (das ist nicht richtig, Vogel sieht ein Band 4694 bis 4629, Maximum bei 4663), was den Luftbanden 4654 und 4601 entspreche. Wenn das Nordlicht Strahlen zeige, also wohl disruptive Entladungen vorhanden seien, sollte die Hauptlinie von N bei 5003 sichtbar sein, in der That habe er und Vogel sie gesehen. Also im Ganzen sei das Nordlichtspectrum gleich dem Spectrum des negativen Pols in Luft.

Capron [63] führt auch eine Vergleichung des Spectrums mit dem von von C, O, Fe, Hg, P, Luft durch: nirgends findet er Uebereinstimmung. Die Hauptlinie, vielleicht auch die rothe, könne von Phosphorescenz herrühren, andere stammten von Luft, aber nicht speziell vom negativen Pol, andere von Fe und P.

Wijkander [61] giebt wieder neue Messungen, theils eigene, theils solche von Parent, auch Herschel [62], Smyth [65], Copeland [67] veröffentlichen Messungen, während Maclear [64] eine Zeichnung des Südpolarlichts bringt, auf welcher man die Linien bei 557, 485 und 435 und einige andere erkennt. Kirk [69] liefert Zahlen, welche Backhouse [76] in einer Zusammenstellung der bisherigen Messungen anführt. In Greenwich [69, 70] wird in zwei verschiedenen Jahren die Hauptlinie zu 5547 und 5537 gemessen.

Capron [66] giebt in seinem Buche eine Zusammenstellung und Discussion der bisherigen Resultate. Er kommt unter anderem wieder zu dem Resultat [72], dass keine Linien von N vorhanden seien, daher auch das Nordlicht keine Entladung in Luft sein könne. Daran knüpft sich eine thörichte Bemerkung von Munro [73], dass in Glühlampen auch keine N-Linien sichtbar wären, trotzdem N zugegen sei, und Antwort von Capron [74].

Nach einer allgemeinen Bemerkung von Robinson [71] folgen Mittheilungen von Lemström [75, 78, 79], dass es ihm gelungen sei, künstlich Nordlicht herzustellen: er legt in Lappland mit Spitzen versehene Drähte aus dem Thal nach der Bergspitze, wo dann Entladung der Erdelectricität eintritt, in einem Falle ein Strahl von 120 m Höhe. Es zeigte sich ein continuirliches Spectrum von D bis F und die Nordlichtlinie 5569. In anderen Versuchen wurde der Draht mit einer Holzschen Maschine verbunden. — Tresca [77] berichtet über diese Versuche.

Backhouse [76] bringt wieder eine Zusammenstellung der bisherigen Messungen, er schätzt ihre Genauigkeit und nimmt Mittel. Nordenskiold [80] macht Angaben ohne Wellenlängen. Hoppe [81] berichtet, er habe die Kathode einer Influenzmaschine mit einem Drahtbesen versehen, die Anode zur Erde abgeleitet. Dann erscheine über dem Besen Glimmlicht, dessen Spectrum er mit

einem Prisma und reflectirter Scala beobachtet. Unter den schwachen Linien misst er eine bei 5569 resp. 5571, die er für die Nordlichtlinie hält.

Eine sehr eingehende Untersuchung liefert Carlheim-Gyllenskiöld [82]. Er beobachtet in den Jahren 1882—1883 auf Spitzberg mit einem Spectroscop von Wrede und einem von Hofmann. In der Abhandlung werden zuerst zwei lange Listen der sämmtlichen mit jedem Spectroscop gemessenen Linien mitgetheilt. Die Hauptlinie ergiebt sich zu 5568, wobei die Messungen zwischen 5604 und 5553 schwanken. Dann stellt er eine Liste aller bisherigen Messungen zusammen, und vergleicht das Spectrum mit folgenden: Linienspectrum der Luft, positives und negatives Bandenspectrum des N, Wasserstoff, Banden des O am negativen Pol. Die Abweichungen bleiben sehr bedeutend, zwischen —14 und +24 A, trotzdem schliesst Gyllenskiöld, Ångstrom habe mit seiner Annahme, das Spectrum sei im Wesentlichen das der Luft am negativen Pol, Recht gehabt. Nur dass die Hauptlinie von einer Fluorescenz der Luft herrühre, will er nicht gelten lassen, da eine solche unbekannt sei. — Gyllenskiöld hebt, wie das auch andere gethan haben, die ausserordentliche Veränderlichkeit des Spectrums von Fall zu Fall hervor. Im Ganzen will er die Nordlichter in rothe und gelbe eintheilen, bei ersteren dominire das Spectrum des positiven Pols, bei letzteren das des negativen Pols.

Smyth [83] giebt die Hauptlinie zu 5574 an, auf der norwegischen Polarstation misst Krafft [84] dieselbe Linie zu 5595 resp. 5586, Schroeter zu 5587, die rothe zu 6205. Ausserdem waren manchmal schwache Banden sichtbar.

Lockyer [85] meint, die Linien des Nordlichtspectrums seien sehr ähnlich dem Spectrum der Sterne der Klasse IIIa. Ebenso vergleicht er das Spectrum des Nordlichts mit dem der Kometen, das der Kometen mit dem der Nebelflecke, und findet überall grosse Uebereinstimmung. Er nimmt dabei ganz willkürlich Mittelwerthe aus den Messungen des Nordlichts: für die rothe Linie, z. B., die zweifellos grösser als 620 $\mu\mu$ ist, wird 615 genommen, was Fe sei, die Hauptlinie sei 558, identisch mit einer Mn-Bande, 545 (von Peirce) sei Zn-Bande oder Mn-Linie, 531 die Corona-Linie, 520 und 500 sei Mg, die übrigen Linien die Kohlebanden 516, 483, 474, 431.

Gegen diese absolut unhaltbare Erklärung wendet sich Huggins [86]. Er misst die Hauptlinie zu 5570.9, 5571.0, 5571.5, 5571.5, im Mittel 5571 ± 0.5, so dass von der Mn-Bande keine Rede sein könne. Lockyer [87] bleibt indessen bei seiner Erklärung.

Ebenso unhaltbar sind die Annahmen von Berthelot [88]. Er lässt stille Entladungen durch ein Gemisch von Argon und Benzoldampf gehen, sieht im Licht einige Banden und Linien, die einerseits einer Verbindung von A und C zugeschrieben, andererseits mit dem Nordlichtspectrum verglichen werden. Trotzdem Deslandres findet, dass es sich um Hg-Linien handelt, bleibt Berthelot dabei, die Aehnlichkeit der Spectra (?) sei keine zufällige.

King [91] photographirt das Spectrum, findet 4285 und ein Band 3925 bis 3892, eine zweite Photographie gab noch mehr Linien, deren Wellenlängen sich aber nicht recht bestimmen liessen.

Schuster [89] bemerkt, die Nordlichtlinie liege nahe ebenso, wie eine von Ramsay gemessene Linie des Krypton 5566. Darauf findet Runge [90], dass die Kr-Linie die Wellenlänge 5570.4 habe, was noch viel genauer zu den besten Messungen der Nordlichtlinie passt, die etwa 5570 bis 5571 ergeben; er fragt, ob auch die Kryptonlinien bei 5562 und 5871 im Nordlicht gesehen seien. Das verneint Backhouse [88].

Neue photographische Messungen, die sich weit ins Ultraviolett erstrecken, liefert Paulsen [93, 94, 98]. Es finden sich 22 Linien zwischen 558 und 337, von welchen die meisten sonst noch nie beobachtet sind. Die stärksten Linien: 4285—4250, 3918—3893, 3575—3568, 3372—3369 sind immer vom nördlichen Himmel zu erhalten, auch wenn kein Nordlicht sichtbar ist, die übrigen Linien nur von eigentlichem Nordlicht. Diese vier Linien gehören also wohl nicht zum Nordlicht. — Um den Ursprung aufzuklären, werden folgende Versuche gemacht: ein Geisslerrohr mit nur einer Electrode, — das Rohr ist vermuthlich mit Luft von Atmosphärendruck gefüllt, doch ist das nicht angegeben, — wird mit einem Pol einer Influenzmaschine verbunden. Das Spectrum der Entladungen von der Electrode nach den Glaswänden zeigt alle Linien des Nordlichts bis auf die beiden starken Linien 428 und 392. Ferner wird ein gewöhnliches Geisslerrohr, das neben O noch Spuren von N und CO enthielt, durch einen Inductionsapparat betrieben, und das Kathodenlicht photographirt. Es entsteht ein Spectrum, welches sehr reich an Linien und Banden ist, und der Autor meint, es sei eine gute Uebereinstimmung mit dem Nordlichtspectrum vorhanden. Dabei wird die Hauptlinie mit einem Band 5618—5568 verglichen, welches wohl zweifellos das CO-Band mit der Kante 5610.3 ist.

Auch Sykora [96] verwendet einen Spectrograph und erhält 5 Negative, auf welchen sich 3 starke Linien: 5570, 4276, 3912 zeigen; eine Platte gab noch 10 schwache Linien, die von einem Grunde sich abhoben, der zwischen 490 und 399 eine ununterbrochene Reihe schwacher Linien zu enthalten schien. Die 4 Messungen der Hauptlinie liegen zwischen 5551 und 5585, also selbst diese Linie ist noch recht ungenau, wenn auch der Verfasser einen wahrscheinlichen Fehler von nur $\pm$ 3.4 A berechnet.

Mit vollem Recht kritisirt und verwirft Runge [99] den Vergleich des Nordlichts mit dem Kathodenspectrum durch Paulsen. Er zeigt, dass man ebenso gute oder bessere Uebereinstimmung mit Krypton erhalte. Aber da die Linien des Nordlichts so ungenau bekannt sind, dass man Fehler von mindestens 10 A zulassen muss, so wird man beim Vergleich mit jedem genügend linienreichen Spectrum Uebereinstimmung finden. Die einzige genauer bestimmte Linie, die Hauptlinie 5570, stimme gut mit einer der stärksten Krypton-Linien.

Noch viel schärfer zu beurtheilen ist freilich eine Abhandlung von Stassano [97], die nur zeigt, dass der Autor keine Ahnung von der Bedeutung spectroscopischer Messungen hat. Liveing und Dewar [95] hatten in einer interessanten Arbeit das Spectrum der Bestandtheile der Erdatmosphäre, die sich bei der Temperatur des flüssigen Wasserstoffs nicht verflüchtigen, untersucht, und nahezu 300 Linien zwischen 728 und 314 $\mu\mu$ gefunden, von welchen ein kleiner Theil als zu Ne, He und H gehörig bekannt ist, die meisten anderen unbekannt. Die Verfasser sehen dann nach, ob einige der unbekannten Linien mit den ziemlich genau gemessenen Linien der Corona übereinstimmen, und finden eine ganze Anzahl solcher, dann vergleichen sie auch mit dem Nordlicht, bemerken, dass die Hauptlinie desselben bei ihnen durchaus fehle, einige andere der stärksten Nordlichtlinien aber vielleicht mit den ihrigen übereinstimmen. — Stassano nimmt nun zu den 300 Linien von Liveing und Dewar noch die Argon-Linien hinzu, da kann es nicht fehlen, dass er überall Coincidenzen findet. Am schlimmsten ist, dass er kritiklos alle die ungenauen Messungen des Nordlichts neben einander als besondere Linien führt. Aus der Hauptlinie, deren Messungen, wie ein Blick auf die Tabelle zeigt, zwischen 554 (Rowland) und 569 (Clark) liegen, macht er beispielsweise 10 verschiedene Linien, für die alle leidliche Coincidenzen gefunden werden! Nach seiner Tabelle sind zwischen 633 und 400 $\mu\mu$ über 100 Nordlichtlinien bekannt!

Baly [100] liefert eine Vergleichung der Messungen Sykoras mit seinen eigenen Messungen des Krypton und meint, die Uebereinstimmung sei vortrefflich. Ich halte auch sie für völlig nichtssagend. Die Messungen Sykoras sind eben ganz ungenau, sie sind einer einzigen Photographie entnommen, auf welcher das ganze Spectrum etwa 1 cm Ausdehnung hat, die dritte Zahlenstelle kann daher schon Fehler von einer oder mehr Einheiten haben. Ausserdem stimmen nicht einmal die relativen Intensitäten der Linien überein, sehr schwache Kryptonlinien entsprechen sehr starken Nordlichtlinien und umgekehrt. Baly sagt, das könne auf verschiedenen Entladungsbedingungen beruhen, möglich ist das natürlich, aber so lange nicht ein dem Nordlichtspectrum auch in den relativen Intensitäten entsprechendes Kr-Spectrum hergestellt ist, und namentlich, solange nicht die Wellenlängen genauer bekannt sind, haben solche Vergleiche nach meiner Meinung nicht die mindeste Beweiskraft.

Die neueste Messung, auch nach Spectrogrammen, die mit einem ähnlichen Spectrograph von Töpfer in Potsdam erhalten wurden, wie ihn Sykora benutzte, stammen von Westman [101]. Als die drei stärksten Linien, die auf allen Platten auftreten, werden angegeben 5572.6, 4276.4, 3913.5. Dabei liegen die Messungen z. B. für die letzte Linie zwischen den Grenzen 3908.9 und 3916.4. — Ausser diesen werden auf den 6 erhaltenen Spectrogrammen noch 156 Linien zwischen 5206 und 3512 gefunden, die zum Theil nur auf einer Platte sichtbar sind, zum Theil nur ganz kurze Linien sind, also Plattenfehler sein können. Aus ihnen werden dann 30 herausgesucht, die sicher er-

Tabelle der beobach-

Ångstrom	1867	(3)	—	—	—	—	—	—	—	—	5567	—	—	—	—	—	—
Struve	1869	(8)	—	—	—	—	—	—	—	—	5552	—	—	—	—	—	—
Lemstrom	1869	(3a)	—	—	—	—	—	—	—	—	5659	—	—	—	—	—	—
Pierce	1869	(4)	—	—	—	—	—	—	—	—	5570	—	—	—	5450?	—	—
Zollner	1870	(10)	—	—	6279	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Clark	1870	(17)	—	—	—	—	—	—	—	—	569	—	—	—	—	—	—
Herschel	1871	(24)	—	—	—	—	—	—	—	—	5557	—	—	—	—	—	—
Backhouse	1871	(25)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Barker	1871	(29)	—	—	623	—	—	—	—	—	562	—	—	—	—	—	—
Smyth	1871	(30)	—	—	628	—	—	—	—	—	5579	—	—	—	—	—	—
Vogel	1871	(32)	—	—	6297	—	—	—	—	—	5571	—	—	—	—	—	539
Smyth	1872	(33)	—	—	635	—	—	—	—	—	5579	—	—	—	—	—	—
Cornu	1872	(34)	—	—	—	—	—	—	—	—	557	—	—	—	—	—	—
Salet	1872	(37)	—	—	—	—	—	—	—	—	555	—	—	—	—	—	—
v Oettingen	1872	(40)	—	—	6290	—	—	—	—	—	5548	—	—	—	—	—	—
Respighi	1872	(42)	—	—	—	—	—	—	—	—	5573	—	—	—	—	—	—
Denza	1872	(45)	—	—	—	—	—	—	—	—	5567	—	—	—	—	—	—
Vogel	1872	(46)	—	—	626	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Frazer	1872	(52)	—	—	—	—	—	—	—	—	563	—	—	—	—	—	—
Maclear	1872	(53)	—	—	—	—	—	—	—	—	557	—	—	—	—	—	—
Backhouse	1873	(56)	—	—	—	—	606	—	—	—	566	—	—	—	—	—	—
Rowland	1873	(58)	—	—	6283	—	—	—	—	—	5543	—	—	—	—	—	—
Lemstrom	1874	(59)	—	—	—	—	—	—	—	—	5569	—	—	—	—	—	—
Ångstrom	1874	(60)	—	—	—	—	—	—	—	—	5567	—	—	—	—	—	—
Wijkander	1874	(61)	—	—	—	—	—	—	—	—	5572	—	—	—	—	—	—
Parent	1874	(61)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Smyth	1877	(65)	—	—	6279	—	—	—	—	—	5567	—	—	—	—	—	—
Copeland	1880	(67)	—	—	—	—	—	—	—	—	5572	—	—	—	—	—	—
Kirk	1882	(69)	—	—	—	—	—	—	580	—	—	—	—	—	—	—	—
Gyllenskiold[1]	1886	(82)	6574	6451	6306	6122	6038	5944	5776	5664	5568	5539	5510	5482	5449	5411	5377
" [2]	"	(82)	—	—	—	—	—	5952	5753	—	5580	—	—	5472	—	5410	—
" [3]	"	(82)	—	—	—	—	—	—	—	—	5569	—	—	—	—	—	—
Smyth	1887	(83)	—	—	—	—	—	—	—	—	5574	—	—	—	—	—	—
Kraft	1889	(84)	—	—	—	—	—	—	—	—	5590	—	—	—	—	—	—
Schroeter	1889	(84)	—	—	—	—	—	—	—	—	5587	—	—	—	—	—	—
Huggins	1889	(86)	—	—	—	—	—	—	—	—	5571	—	—	—	—	—	—
King	1898	(91)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Paulsen	1900	(94)	—	—	—	—	—	—	—	—	5580 —5544	—	—	—	—	—	—
Augot	?	"	—	—	—	—	—	—	—	—	557	—	—	—	—	—	—
Sykora	1901	(96)	—	—	—	—	—	—	—	—	5570	—	—	—	—	—	—
Westman	1904	(101)	—	—	—	—	—	—	—	—	5572 6	—	—	—	—	—	—
			Fur das kurzwellige Ende, welches durch photographische														
Paulsen	1900	(94)	463	—	455	449	4415 —4390	—	4360	bis	4202	—	—	—	417	412	407
King	1898	(91)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4287?	—	—	—	—	—
Sykora	1901	(96)	—	—	—	—	4429	—	4354	—	—	—	—	4190	—	—	4083
Westman	1904	(101)	4661	4559	4550	4489	4424	4371	4356	4344	4337	4242	4230	4225	—	—	4078

1) Messungen mit Spectroscop von Wrede 2) Messungen mit Spectroscop von Hofmann

teten Nordlichtlinien.

—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	5269	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	5315	—	5205?	—	—	—	—	—	4860	—	—	4640	—	—	4310	—
—	5323	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	532	—	—	—	—	—	—	—	486	—	—	—	—	—	434	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	532	—	—	—	—	510 od 500	—	—	—	—	—	464	—	—	431	—
—	—	—	—	517	—	502	—	—	482	—	—	—	—	—	—	—
—	530	—	520	—	—	—	—	—	485	—	—	463	—	—	433	—
—	—	—	5233	5189	—	5004	—	—	—	—	—	4694 —4629	—	—	—	—
—	530	—	—	—	—	510	—	—	490	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	5120	—	4930	—	—	—	—	4660	—	—	4240	—
—	—	—	—	—	—	5051	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	5051	—	—	4861	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	5165	—	5015	—	—	—	—	—	4625	—	—	4305	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4251	—
—	—	5250	—	—	—	4958	—	—	—	—	—	4686	—	—	4255	4112
—	—	—	521	—	—	501	—	—	487	—	472	—	—	—	—	—
5359	5289	—	5239	—	—	—	4996	—	4871	—	—	4692	—	4366	4280	—
—	5280	—	5207	—	—	—	—	—	4874	—	4709	—	—	—	4288	—
—	532 B	—	520 B	—	—	502 B	—	—	485 B	—	—	—	—	—	435 B	—
—	5275	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4732	4696	—	434	430	—
—	—	—	—	515	—	—	—	—	485	—	—	—	—	—	430	—
5358	5303	5264	5228	5176	5149	5038	4995	—	4866	4796	4705	4637	—	—	—	—
5352	5297	—	5235	—	5127	5051	5001	4933	4837	—	4707	4642	4584	4446	4236	4108
—	—	—	5166	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4588	—	4257	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4694?	—	—	4285?	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	470	463	455	449	—	—
535	529 —526	—	523	—	—	—	500	—	485	—	470	464	—	436	426	411
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4710	—	—	4429	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	4830	—	4708	4699	4559	4489	4276	—

Aufnahmen erhalten wurde, lässt sich folgende Tabelle aufstellen

405 —403	—	—	395 —393	—	3918 —3893	—	—	380 —378	—	375 —373	371 —369	—	358 —357	353 —352	337 —337	—
—	—	—	—	—	3925? —3892	—	3862?	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4057	3995	—	—	—	—	—	—	3804	—	3759	3707	—	—	—	—	—
4067	3996	3986	3947	3936	3880	3876	3861	3804	3793	—	3704	3607	3589	—	—	—

3) Spätere Messungen in Upsala B bedeutet Band

scheinen, und die Mittelwerthe gebildet — Im Anhange sucht auch Westman den Ursprung der Linien festzustellen. Von den starken Linien sei 5571 die Kr-Linie, 4276 und 3913 zwei Banden des N vom negativen Pol. Auch eine andere Linie, 4708, entspreche einer solchen Bande, doch liegen dort auch zwei Linien des O 4705 und 4709. Dann werden die übrigen Linien mit dem Linienspectrum des O und des N nach Messungen von Neovius verglichen, und überall sehr gute Uebereinstimmung gefunden.

Fasse ich alle hier besprochenen Untersuchungen zusammen, so ergiebt sich, dass die bisherigen Messungen noch vollkommen ungenügend sind, die 3 stärksten Linien 5570, 4276, 3913 mögen bis auf einige A sicher sein, bei den übrigen können Fehler von der zehnfachen Grösse vorkommen. Dabei ist noch sehr auffallend, dass namentlich im kurzwelligen Theil, wo photographische Aufnahmen vorliegen, die verschiedenen Beobachter recht verschiedene Spectra beobachteten. Aus diesem Grunde ist ein Vergleich mit irdischen Spectren vollkommen illusorisch, und so findet der eine treffliche Uebereinstimmung mit Krypton, der andere mit dem Linienspectrum von O und N, der dritte mit den unbekannten Linien von Liveing und Dewar, der vierte mit dem Kathodenspectrum von N. Andere, z. B. Rand Capron, finden Uebereinstimmung mit Hg, Fe, Phosphorwasserstoff. Mit demselben Recht könnte man jedes beliebige Spectrum, wenn es nur linienreich genug ist, heranziehen, und Uebereinstimmung beweisen. Also über den chemischen Ursprung der Nordlichtlinien wissen wir noch gar nichts — Darum bleibt es natürlich doch sehr wahrscheinlich, dass es sich um Entladungen in hohen, kalten, sehr verdünnten Schichten der Luft handelt, und wir müssen erwarten, Linien oder Banden von deren Bestandtheilen zu finden. Wenn das bisher nicht gelungen ist, so kann es zum Theil an anderen Entladungsbedingungen liegen, wahrscheinlicher aber ist mir, dass es an den ungenügenden Messungen liegt.

Auf die Theorien des Nordlichts, wie sie namentlich in neuerer Zeit vielfach aufgestellt sind, z. B. von Arrhenius, Nordmann, Størmer, Villard, Birkeland, gehe ich natürlich nicht ein (s. vorst. Tab. S. 56, 57).

Spectrum von Meteoren und Sternschnuppen.

Literatur.

[1] J. Browning, On the spectra of the meteors of Nov. 13—14, 1866. Monthly Not. Astr. Soc. **27** p. 77—79 (1867), Phil. Mag. (4) **33** p. 234—236 (1867).

[2] H. A. Newton, Observations upon the meteors of Nov. 24th—27th 1872. Americ. J. (3) **5** p. 53—62 (1873).

[3] N. v. Konkoly, Spectroscopic observations of meteors at the OGyalla Observatory, Hungary. Monthly Not. Astr. Soc. **33** p. 575—576 (1873).

[4] N. v. Konkoly, On a spectroscopic observation of a meteor. Monthly Not. Astr. Soc. **34** p. 82—83 (1873), Astron. Nachr. **82** p. 289 (1873).

[5] N. v. Konkoly, Spectroscopische Beobachtungen der Sternschnuppen des Augustschwarmes 1874. Astron. Nachr. **84** p. 337 (1874).

[6] N v Konkoly, Beobachtungen am astrophysikalischen Observatorium in O-Gyalla (Ungarn) Astron Nachr **95** p 281—285 (1879), Observatory **3** p 157, p 577 (1880) *
[7] A S Herschel, The progress of meteor-spectroscopy Nat. **24** p 507—508 (1881)
[8] C P Smyth, Meteor- moon- and sun-schine Nat **30** p 462—463 (1884)
[9] E C Pickering, Spectrum of a meteor Harvard College Observat Circul 20, Nat **57** p 101 (1897), Astrophys J **6** p 461 - 462 (1897)
[10] G A Brown, Incandescenz of meteors Nat **72** p 604 (1905)
[11] C C Trowbridge, The duration of the afterglow produced by the electrodeless ring discharge Physic Rev **23** p 279—307 (1906)
[12] S Blajko, On the spectra of two meteors Astrophys J **26** p 341—348 (1907)

Die Kenntniss dieser Spectra ist noch geringer, als die der Blitze und des Nordlichts Gewohnlich wird angenommen, dass diese kleinen Himmelskorper durch den Eintritt in die Erdatmosphare und Reibung an derselben zum Gluhen erhitzt werden. Brown [10] bezweifelt indessen die Moglichkeit dieser Erklarung, nimmt an, sie leuchteten, weil sie das Magnetfeld der Erde durcheilen und dabei in ihnen electrische Strome entstehen A S Herschel bemerkt dazu, diese Wirkung konne nur unendlich klein sein, vielleicht aber konnten die Schweife, die starkere Meteore besitzen, auf electrischen Entladungen beruhen Trowbridge [11] will dieselben mit dem Nachleuchten in Geisslerrohren vergleichen

Die ersten spectroscopischen Beobachtungen sind von Browning und A S. Herschel [1,7] gemacht Die Spectra sind entweder nur continuirlich, oder continuirlich mit uberwiegendem Gelb, oder nur gelb, oder in zwei Fallen nur grun — Newton [2] theilt mit, Eastmann habe bei einem Meteor ein schwaches continuirliches Spectrum gesehen, welches im Gelb oder Gelbgrun am hellsten gewesen sei Ein zweiter Meteor habe nur Grun gezeigt

Dann folgen einige genauere Angaben von v. Konkoly [3—6] zwei Meteore zeigten vom Kern nur continuirliches Spectrum, vom Schweif nur Na, ein dritter gab vom Kern continuirliches Spectrum mit uberwiegendem Grun, vom Schweif Na und eine grune Linie in der Nahe von b [518] Dann [4] sieht Konkoly in einem Schweif Linien von Na, Mg und zwei im Roth und Grun, die auch in einem Geisslerrohr mit Leuchtgas sichtbar waren (Kohlebanden? $H\alpha$?) Weiter [5] findet Konkoly, dass die Kerne stets ein continuirliches Spectrum geben, in dem Gelb und Grun vorherrscht, Violett und meist Blau fehlen Die Schweife zeigen stets Na, sonst wird Si oder Li, Mg, Fe vermuthet In der letzten Notiz wird auch die rothe K-Linie genannt, Linien von Cu und andere Linien im Grun und Blau, einmal wurden auch zwei Linien im Roth gesehen — Smyth [8] erwahnt nur, dass das Licht eines Meteors gelb gegen das Tageslicht gewesen sei

Diese, offenbar sehr ungenauen Identificationen wurden zeigen, dass die Meteore als feste Korper nur ein schwaches continuirliches Spectrum geben, von welchem der auf unser Auge am starksten wirkende gelbgrune Theil besonders hervorsticht, dass aber im Schweif verdampfte Theile des Meteors leuchten und Linien von Na, K, Li, Si, Mg, Fe, Cu, C sichtbar werden, die Erscheinungen wurden also zu der ublichen Erklarung der Meteore ganz gut

passen. Aber die genauere photographische Untersuchung von Pickering [9] ergiebt ein ganz anderes Resultat. Die Aufnahme geschah mit einem Objectivprisma und zeigte 6 helle Linien, deren Helligkeit an verschiedenen Stellen der Meteorbahn verschieden war. Die Wellenlängen mit zugefügten Intensitäten sind:

4857 [10],	4636 [10],	4344 [13],	4195 [2],	4121 [100],	3954 [40]
4862 [Hβ],	4633,	4341 [Hγ],	4200,	4101 [Hδ],	3970 [Hε]

Pickering giebt den Linien die Deutung der unteren Zeile. Neben den vier Wasserstofflinien sei 4636 und 4195 vorhanden, welche wahrscheinlich den hellen Linien 4633 und 4200 in den Sternen fünfter Klasse mit hellen Linien entsprechen. Von den Wasserstofflinien ist Hδ am hellsten, wie in o Ceti und zahlreichen Variabeln von langer Periode.

Danach wäre eine merkwürdige Aehnlichkeit zwischen den Meteoren und diesen Sternen vorhanden, für welche ich keine Erklärung weiss. Ob freilich die Deutung der Linien richtig ist, kann erst die Zukunft entscheiden.

Wieder ganz andere Resultate erhält Blajko [12], der ebenfalls mit Objectivprisma photographirt. Auch bei ihm ergiebt sich daher, wie bei Pickering, die Schwierigkeit, die Wellenlängen zu bestimmen. Nach seiner Deutung zeigten zwei verschiedene Meteore folgende Linien mit hinzugefügter Intensität und Deutung:

4227.2	1	Ca	4120.3	1u	He
4134.4	1		4066.5	1?	
4042.5	2d	K	4027.0	3	
3968.7	5	Ca	3992.6	5	
3933.5	10	Ca	3964.3	1?	He
3857.1	3		3938.7	1	
3835.5	3	Mg	3915.1	2d?	
3742.8	4d		3890.6	10	He
3638.5	4		3852.5	1?	
3573.0	3		3820.1	1	
			3802.9	2	He
			3790.3	2	
			3774.8	2	Tl

ARGON (A = 39 9)

Literatur

[1] Lord Rayleigh and W Ramsay, Argon, a new constituent of the atmosphere (Abstract) Proc Roy Soc **57** p 265—297 (1895) Phil Trans **186 A** p 187—241 (1895) Entdeckung von Argon

[2] Lord Rayleigh, Proc Roy Instit **14** p 524—538 (1895).

[3] W Crookes, On the spectra of argon Nat **51** p 354 (1895), Phil Trans **166 A** p 243—251 (1895) Zwei Spectra.

[4] H E Armstrong, Chem News **71** p 115—116 (1895) Gas einheitlich

[5] H F Newall, Note on the spectrum of Argon Proc Roy Soc **57** p 346—350 (1895) Spectrum

[6] W R Eaton Hodgkinson, Argon in minerals Chem News **71** p 248 (1895) In Mineralien

[7] W N Hartley, On the spark spectrum of argon as it appears in the spark spectrum of air Proc Roy Soc **57** p 293—296 (1895) A-Linien in alten Photographien.

[8] M Berthelot, Essais pour faire entrer l'argon en combinaison chimique C R **120** p 581—584 (1895) Angebliche Verbindung von A mit Benzol

[9] M Berthelot, Remarques sur les spectres de l'argon et de l'aurore boréale C R **120** p 662—663 (1895) Dasselbe

[10] M Berthelot, Observations sur l'argon spectre de fluorescence C R **120** p 797—800 (1895) Dasselbe

[11] E Dorn u H Erdmann, Ueber das von Berthelot beschriebene Fluorescenz-spectrum des Argons Ann d Chem **287** p 230—232 (1892) Gegen Voriges

[12] Lord Rayleigh, Argon Nat **52** p 159—164 (1895) Darstellung durch Bogenflamme

[13] W Ramsay, Argon and helium in meteoric iron Nat **52** p 224—225 (1895), C R **120** p 1049—1050 (1895) Argon in Meteorit

[14] W Ramsay, J N Collie and M Travers, Helium a gaseous constituent of certain minerals Proc Roy Soc **58** p 81—89 (1895) In Mineralien

[15] M Berthelot, Nouvelles etudes sur la fluorescence de l'argon et sur sa combinaison avec les elements de la benzine C R **120** p 1386—1390 (1895) Ann chim et phys (7) 7 p 5—26 (1896) Angebliche Verbindung mit C

[16] W Ramsay, A possible compound of argon Chem News **72** p 51 (1895) Vermeintliche Verbindung mit C

[17] W Crookes, The spectrum of Ramsay's compound of argon and carbon Chem News **72** p 99 (1895) Dasselbe

[18] H Kayser, Note on helium and argon Chem News **72** p 89 (1895) A in Wildbader Quelle

[19] H Kayser, The blue spectrum of argon Chem News **72** p 99—100 (1895) Blaues Spectrum von 515 bis 345

[20] Ch Bouchard, Sur la presence de l'argon et de l'helium dans certaines eaux minérales C R **121** p 392—394 (1895) In Quellgasen

[21] L Trost et L Ouvrard, Sur la combinaison du magnésium avec l'argon et avec l'helium C R **121** p 394—395 (1895) Verschwindet in Rohren mit Mg-Electroden

[22] Ch Moureu, Sur la presence de l'argon et de l'helium dans une source d'azote naturelle C R **121** p 819—820 (1895) In Quellgasen

[23] A Kellas and W Ramsay, On the percentage of argon in atmospheric and in respired air Proc Roy Soc **59** p 66—68 (1895) Mengenverhaltnisse

[24] A Kellas und W Ramsay, Examination of gases from certain mineral waters Proc Roy Soc **59** p 68—69 (1895) In Quellgasen

[25] J M Eder und E Valenta, Ueber das rothe Spectrum des Argons Wien Akadem Anz **21** (1895) Rothes Spectrum von 506—332

[26] J M Eder u E Valenta, Ueber drei verschiedene Spectren des Argons (vorlaufige Mittheilung) Wien Ber **104,** IIa (1895) Blaues und weisses Spectrum

[27] R Nasini, F Anderlini e R Salvadori, Ricerche sulle emanazioni terrestri italiani I Gas delle terme di Albano, dei soffioni boraciferi della Toscana, gas combustibili dell' Appennino bolognese Acc Lincei, Mem (5) **2** p 375—423 (1895) In Quellgasen

[28] E A Hill, Some additional notes on argon and helium Americ J (3) **50** p 359—376 (1895) A sei zusammengesetzt

[29] H Kayser, Ueber die Spectren des Argon Berl Ber 1896 p 551—564, Astrophys J **4** p 1—17 (1896) Rothes und blaues Spectrum

[30] S Friedlander, Ueber Argon Zs physik Chem **19** p 657—667 (1896) Sei Gemisch

[31] J N Collie and W Ramsay, On the behaviour of argon and helium when submitted to the electric discharge Proc Roy Soc **59** p 257—270 (1896) Gasgemische

[32] Lord Rayleigh, On the amount of argon and helium contained in the gas from the Bath springs Proc Roy Soc **60** p 56—57 (1896) In Quellgas

[33] W Ramsay and J N Collie, The homogeneity of helium and argon Proc Roy. Soc **60** p 206—216 (1896), C R **123** p. 214—216 (1896) Diffusionsversuche

[34] W Ramsay and J N Collie, Helium and argon Experiments which show the inactivity of these elements Proc Roy Soc **60** p 53—56 (1896) Keine Verbindungen

[35] M Bamberger, Ueber den Nachweis von Argon in dem Gase einer Quelle in Perchtoldsdorf bei Wien Monatsh f Chem **17** p 604—612 (1896) In Quellgas

[36] J M Eder u E Valenta, Spectralanalytische Untersuchung des Argons Denkschr Wien Akad **64** (1896) Drei Spectra Beiträge zur Photochemie p 216—264

[37] W N Hartley, Argon and helium Chem News **74** p 209 (1896) Kein Gemisch

[38] J Trowbridge and Th W Richards, The spectra of argon Americ J (4) **3** p 15—20 (1897), Phil Mag (5) **43** p 77—83 (1897) Ursprung der Spectra

[39] J Trowbridge and Th W Richards, The multiple spectra of gases Americ J (4) **3** p 117—120 (1897), Phil Mag (5) **43** p 135—139 (1897) Dasselbe

[40] G B Rizzo, Ricerche spettroscopiche sull' Argon Atti acc Torino **32** p 830 bis 839 (1897) Kein Gemisch

[41] M Berthelot, Recherches sur l'hélium C R **124** p 113—119 (1897), Ann chim et phys (7) **11** p 15—27 (1897) Angebliche Verbindung mit Benzol

[42] J R Rydberg, On the constitution of the red spectrum of Argon Astrophys J **6** p 338—348 (1897) Gesetzmassigkeiten im rothen Spectrum

[43] O Neovius, Ueber das vermuthliche Vorkommen eines bis jetzt unbekannten Stoffes in der Atmosphäre Wiedem Ann **66** p 162—169 (1898) Alte Messungen

[44] C Runge und F Paschen, On the series spectra of oxygen, sulphur and selenium Addendum Astrophys J **8** p 97—101 (1898) Rothe Linien

[45] R Nasini, F Anderlini e R Salvadori, Solfatara gases Nat **58** p 269 (1898) Argon in Fumarolen

[46] R Nasini, F Anderlini e R Salvadori, Sulla probabile presenza del Coronio e di nuovi elementi nei gas della Solfatara di Pozzuoli e del Vesuvio Acc Lincei, Rendic (5) **7,** II p 73—74 (1898) Dasselbe

[47] R. Nasini, F. Anderlini e R. Salvadori, Sopra alcune righe non mai osservate nella regione ultra rossa dello spettro dell' argo. Acc. Lincei, Rendic. (5) **7**, II p. 269—271 (1899). Ultrarothe Linien.

[48] A. A. Michelson, Radiation in a magnetic field. Nat. **59** p. 440—441 (1899). Zeeman-Effect.

[49] C. Runge, On the red end of the red argon spectrum. Astrophys. J. **9** p. 281—283 (1899). Rothe und ultrarothe Linien.

[50] A. Ladenburg u. C. Krügel, Ueber das Krypton. Beil. Ber. 1900, I p. 211—217. Einige ungefähre Messungen.

[51] G. Berndt, Gasspectra im Magnetfelde. Ann. d. Phys. (4) **8** p. 625—642 (1902). Zeeman-Effect.

[52] E. C. C. Baly, The spectra of neon, krypton and xenon. Phil. Trans. **202** A p. 183—242 (1903). Messungen.

[53] P. G. Nutting, Secondary spectra. Astrophys. J. **19** p. 239—244 (1904). Besonderes Kathodenspectrum.

[54] R. Nasini, F. Anderlini e R. Salvadori, Ricerche sulle emanazioni terrestri italiani. Gas del Vesuvio e dei Campi Flegrei, della Acque Albule di Tivoli, del Bulicame di Viterbo, di Pergine, di Salsomaggiore. Acc. Lincei, Atti, Mem. fisiche (5) **5** p. 25—82 (1904). In vulkanischen Gasen und Gesteinen.

[55] A. Hagenbach u. H. Konen, Atlas der Emissionsspectra. Jena 1905.

[56] Ch. Moureu, Sur les gaz des sources thermales. Détermination des gaz rares, présence générale de l'argon et de l'hélium. C. R. **142** p. 1155—1158 (1906). Quellgase.

[57] E. Gehrcke und O. von Baeyer, Ueber die Anwendung der Interferenzpunkte von planparallelen Platten zur Analyse feinster Spectrallinien. Ann. d. Phys. (4) **20** p. 269—292 (1906). Structur der Linien.

[58] E. Dorn, Ueber Kanalstrahlen in Wasserstoff, Helium und Argon. Physik. Zs. **8** p. 589—590 (1907). Doppler-Effect.

[59] F. Paschen, Zur Kenntniss ultrarother Linienspectra. I. (Normalwellenlängen bis 27000 A. E.) Ann. d. Phys. (4) **27** p. 537—570 (1908). Rothe Linien bis 13719 A.

[60] Ch. Sheard, Capacity and current density effects in the argon and hydrogen spectra. Physic. Rev. **27** p. 258—266 (1908). Verschiedene Spectra.

Bei Versuchen, die Dichte des Stickstoffs zu bestimmen, stiess Lord Rayleigh auf Unregelmässigkeiten: der aus der Atmosphäre gewonnene Stickstoff war schwerer, als der chemisch gewonnene. Gemeinsam mit Ramsay unternommene Arbeiten zeigten, dass der atmosphärische Stickstoff, der aus der Luft durch Beseitigung von O und CO_2 gewonnen war, noch ein neues unbekanntes Gas enthielt, welches Argon genannt wurde. Es wurde nachgewiesen durch seine Dichte und durch das Auftreten unbekannter Spectrallinien [1,2]. Das Spectrum wurde etwas genauer untersucht durch Schuster [1] und Crookes [1 und 3]. Letzterer beobachtete, dass zwei verschiedene Spectra möglich sind und gemischt auftreten, bei dem einen, das leichter an der positiven Electrode erscheine, leuchte das Gas röthlich, bei dem andern bläulich, es sei daher möglich, dass Argon ein Gemisch zweier Gase sei.

Andererseits fand Crookes, dass das Auftreten des rothen und blauen Spectrums, — wie man sie kurz bezeichnet, — von dem Druck und der Art der Entladung abhänge: bei etwa 3 mm Druck leuchte das Rohr am hellsten, das rothe Spectrum sei vorhanden, wenn man den Druck verringere, eine Kapazität zufüge, trete das blaue Spectrum auf. Für ersteres sei eine electromotorische Kraft von 276000 nöthig, für letzteres eine höhere. Armstrong [4]

bestreitet die Berechtigung, aus dem Auftreten zweier verschiedener Spectra auf Anwesenheit zweier Gase zu schliessen. Die Behauptung, Argon sei wahrscheinlich ein Gemisch, ist noch wiederholt ausgesprochen, so von Hill [28] und Friedländer [30], und bestritten worden, so von Hartley [37] und Rizzo [40]. Es liegt in der That im spectroscopischen Verhalten absolut kein Grund vor, die Einheitlichkeit des Gases zu bezweifeln, da wir von der Mehrzahl der Elemente verschiedene Spectra erhalten können.

Auch alle sonstigen Versuche, auf chemischem Wege oder durch Diffusion [33] das Argon zu spalten, sind vergeblich gewesen, so dass heute niemand an der Einheitlichkeit zweifelt.

Da A ein Bestandtheil der Atmosphäre ist, so liess sich erwarten, dass seine Linien schon früher unter besonderen Bedingungen im Luftspectrum aufgetreten, aber unerkannt geblieben seien. In der That fanden Newall [5], Hartley [7] und Neovius [43], dass sie in früheren Messungen oder Photographien eine ganze Anzahl von A-Linien beobachtet hatten.

Das A war den Chemikern bis dahin entgangen, trotzdem es etwa 1 % des atmosphärischen Stickstoffs ausmacht, wegen seiner Unfähigkeit, irgend eine chemische Verbindung einzugehen. Berthelot [8 bis 10] hat freilich in wiederholten Notizen behauptet, wenn man stille Entladungen durch ein Gemisch von A und Benzoldampf gehen lasse, trete eine Verbindung auf; den Beweis dafür will er durch rohe Messungen des Spectrums liefern, welches Aehnlichkeit mit dem des Nordlichts habe(!). Trotzdem Deslandres, den er nun heranzieht [15], als Kenner der spectroscopischen Erscheinungen sieht, dass es sich einfach um die breiten Linien (es wird bei Atmosphärendruck beobachtet) der Bestandtheile, daneben namentlich um Hg-Linien handle, bleibt Berthelot [15 und 41] bei seiner Behauptung, dass er Verbindungen von A mit C und Hg hergestellt habe. Trotzdem die etwas genauere Messung der Linien zeigt, dass an Stelle der Hauptlinie des Nordlichts, λ 557, keine Linie liegt, schliesst Berthelot: „Si la fluorescence actuelle n'est pas la même que celle de l'aurore boreale, cependant son développement et le rapprochement des raies qui précèdent établissent une rélation probable entre ce méteore et l'existence de l'argon dans l'atmosphère"! — Dorn und Erdmann [11] protestiren gegen die Schlüsse von Berthelot.

Auch Ramsay [16] hat kurze Zeit gemeint, eine Verbindung mit C erhalten zu haben, als er einen Kohlebogen in A brennen liess. Crookes [17] untersucht das entstandene Gas spectroscopisch, findet aber nur Banden von C, Cy, H_2O und Linien von A. Ramsay und Collie [34] widerrufen denn auch die Annahme und zeigen, dass keine Verbindungen existiren. Man hat aus diesem Grunde für A und die sich ähnlich verhaltenden anderen Gase den Namen Edelgase eingeführt, der mir schlecht gewählt scheint, da die edlen Metalle sehr wohl Verbindungen eingehen.

Noch in anderer Beziehung ist von Verbindungen des A gesprochen worden in Geisslerröhren, deren Electroden aus Pt, Mg oder Al bestehen,

findet man beim Betriebe ein ziemlich starkes Verstauben der Metalle mit gleichzeitiger Abnahme des Gasinhaltes Bei Erhitzen der Rohren wird das Gas nicht wieder frei, und daraus hat man auf Verbindungen geschlossen Allein es handelt sich wohl sicher nur um Adsorption oder Occlusion Jedenfalls erschwert diese Erscheinung sehr das Arbeiten mit A-Rohren der Druck wird bald so klein, dass die Rohren versagen (siehe z B 21, 29, 36)

Dass A nicht nur in der Erdatmosphare existirt, wurde bald nachgewiesen Zuerst fand Hodgkinson [6] A in den Mineralien der Samarskit-Gruppe und Euxenit, dann Kayser [18] in den Quellgasen von Wildbad im Schwarzwald In zahlreichen anderen Quellgasen, vulkanischen Fumarolen, Dampfen und Auswurfsproducten weisen es Bouchard [20], Moureu [25 u 56], Nasini, Anderlini und Salvadori [27, 45—47, 54], Rayleigh [32] Bamberger [35] nach

Die erste nur angenaherte Messung der Spectra war von Crookes [3] gegeben Dann folgen gleichzeitige genaue Messungen von Eder und Valenta [25, 26, 36] und von Kayser [19, 29], die sich auf das rothe und blaue Spectrum beziehen Eder und Valenta finden, dass bei hoherem Druck und starken Entladungen das Gas weiss leuchtet, sie sprechen daher noch von einem weissen Spectrum, in welchem viele Linien sehr verbreitert sind, einige nach ihrer Meinung auch verschoben Ich kann mich von Letzterem nach den schonen veroffentlichten Photographieen nicht uberzeugen, sondern glaube, dass es sich nur um unsymmetrische Verbreiterung, stellenweise um Auftreten einer neuen Linie dicht neben einer alten handelt Dieselbe Ansicht spricht auch Rydberg [42] aus Eder und Valenta messen auch noch das Spectrum des negativen Glimmlichtes, welches im Wesentlichen ein Gemisch des rothen und blauen Spectrums, unter Wegfall einiger Linien, ist

Ferner liegen werthlose Zahlen von Friedlander [30] vor, und auch nur angenaherte Angaben von Ladenburg und Krugel [50] Runge und Paschen [44] messen zwischen 7952 und 5860 okular Rothe und ultrarothe Linien hat Runge [49] gemessen, auch Nasini und seine Mitarbeiter haben Linien im aussersten Roth in den Fumarolen u s. w gefunden, die sie als wahrscheinlich zum A gehorig bezeichnen Endlich giebt noch Baly [52] einige Messungen, und Hagenbach und Konen veroffentlichen Photographieen [55]

In neuester Zeit hat Paschen [59] ultrarothe Linien mit Gitter und Thermosaule bis 1 4 μ gemessen

Nach Gesetzmassigkeiten im Spectrum hat zuerst Kayser [29] gesucht, er findet drei Triplets mit gleichen Schwingungsdifferenzen Dann hat Rydberg [42] gezeigt, dass fast alle Linien des rothen Spectrums gesetzmassig zusammenhangen, indem sie sich in vier Gruppen unterbringen lassen, wobei von Gruppe zu Gruppe die gleiche Schwingungsdifferenz vorhanden ist (Vergl Bd II p 577.) Die Gruppen sind in der folgenden Tabelle mit A, B C, D bezeichnet

Von weiteren Beobachtungen über A seien noch erwähnt: Michelson [48] beobachtet für eine rothe Linie den Zeeman-Effect, während Berndt [51] einen solchen wegen Lichtschwäche oder zu grosser Unschärfe der Linien nicht findet. — Gehrcke und von Baeyer [57] geben an, dass alle Linien einfach seien. — Nach Nutting [53] besitzt A wenigstens vier verschiedene Spectra, nämlich neben dem rothen und blauen Spectrum noch solche an den Electroden: bei Vorhandensein des rothen Spectrums sei an der Kathode ein nahezu continuirliches Spectrum im Gelb, Grün und Blau sichtbar, bei Vorhandensein des blauen Spectrums trete in beiden weiten Theilen des Rohres an den Electroden dasselbe besondere Spectrum auf. — Diese Angaben widersprechen denen von Eder und Valenta.

Dorn [58] untersucht Kanalstrahlen und findet bei etwa 20 Linien einen schwachen Doppler-Effect.

In Bezug auf die beiden Hauptspectra, das rothe und das blaue, hatte schon Crookes [3] angegeben, dass für letzteres eine höhere Spannung nöthig sei. Trowbridge und Richards [38] meinen, das rothe Spectrum trete bei continuirlicher, das blaue bei oscillirender Entladung auf, und sie wollen ein Argonrohr benutzen, um zu erkennen, ob eine Entladung continuirlich oder oscillirend sei; sie wollen es Talantoscop nennen. Später [39] schränken sie aber diese Angaben ein und meinen, es sei vielleicht hauptsächlich die Temperatur maassgebend. — Fasst man alle Angaben, namentlich die von Eder und Valenta [36] und von Kayser [29] zusammen, so kann man sagen, das Auftreten der Spectra hänge ab von der Menge electrischer Energie, welche der Masseneinheit des Gases zugeführt wird, wobei das blaue Spectrum mehr Energie beansprucht. So tritt bei einem Druck von 1 bis 3 mm mit einem kleinen Inductor das rothe Spectrum auf; nimmt man einen grösseren Inductor oder fügt man Capacität oder Funkenstrecke zu, oder macht man den Druck kleiner oder die Capillaren enger, so tritt ein Uebergang in das blaue Spectrum ein. In der Regel hat man eine mittlere Stufe, Linien des rothen und blauen Spectrums sind gemischt, doch gelingt es, jedes der Spectren fast rein zu erhalten, wenn man einerseits weite Capillaren und schwache Entladungen anwendet, wobei dann freilich das Spectrum lichtschwach ist, wenn man andererseits enge Capillaren und starke condensirte Entladungen anwendet, — was die Röhren nicht lange aushalten. — Das schon erwähnte Verschwinden des Gases in jeder Röhre bedingt, dass allmählich der Druck abnimmt; damit ist verbunden, dass ein anfänglich etwa vorhandenes rothes Spectrum in das blaue übergeht.

Tesla-Ströme liefern nach Eder und Valenta ein rothes Spectrum.

Das weisse Spectrum scheint mir noch nicht genügend aufgeklärt zu sein; es scheint noch grössere Energie zu erfordern. Die Linien bestehen zum Theil aus denen des rothen, zum Theil aus denen des blauen Spectrums, sind theilweise stark verbreitert und sollen zum Theil nach Roth verschoben sein.

Man sehe auch Bemerkungen von Sheard [60], der indess kaum Neues bringt.

In den folgenden Tabellen berücksichtige ich ausschliesslich die Messungen von Kayser, von Eder und Valenta, von Runge und von Paschen, da sie allein Anspruch auf Genauigkeit machen können. Bei Kayser beruhen die längeren Wellen, im rothen Spectrum bis λ 4702, im blauen bis λ 5145, nur auf ocularen Messungen, sind also auch wenig genau. Dagegen sind die Zahlen von Runge auf photographischem Wege mit Concavgitter gewonnen.

Nasini und seine Mitarbeiter geben [47] einige ultrarothe Linien an, welche mit Prismen photographirt wurden. Es sind

8575, 8450, 8320, 8140, 8030, 7980.

Wie weit die Zahlen richtig sind, ist schwer zu sagen, die Autoren geben auf der Zeichnung noch einige Wellenlängen 5912, 6965, 7056, welche den sicher gemessenen Werthen 5912, 6965 und wohl 7067 entsprechen. Es scheint daher am rothen Ende eine starke Abweichung einzutreten, wenigstens stimmen die Zahlen mit den zuverlässigen Werthen von Paschen gar nicht überein. Vielleicht aber handelt es sich auch gar nicht um Argonlinien.

Rothes Spectrum.

Paschen (59)	Runge (49)
13719 9 4	
13505 6 4	
12500 31 a)	
11590 8 a)	
10640 12 a)	
9658 90 7	
9225 88 5	
9123 69 13	
8522 85 5	
8517 9? 4	
8425 8 10	
8410	
8405 70 6	
8265 18 5	
8115 96 14	
8103 17 3	
8015 6 3	8014 73 1

Paschen (59)	Runge (49)	Kayser [1]) (29)	Runge u Paschen (44)
8009 7 8	8006 00 1		
7948 1 5	7948 32 1		7952
7723 9 5	7724 15 2	7723 4 2	7725
7635 4 6	7635 19 3	7635 6 2	7636 2 1
7511 4 4	7514 77 4	7515 1 2	7515 4 1
7506 0 4	7504 04 8	7503 4 2	7504 5 3
	7435 77 1	—	—
	7384 18 5	7383 9 2	7384 22 2
	72 28 1	—	—
	53 42 1	—	—
	16 15 1	—	—
	11 80 1	—	—
	7273 13 3	7271 6 1	7273 04 2
	07 20 1	—	—
		7146 8 1	7147 30 1
		—	7068 83 1
		7066 6 7	7067 54 5

a) Diese Linien sind nur mit prismatischem Spectrum gefunden. Die Linie 12500 ist aus mehreren schwächeren Linien zusammengesetzt.

1) Aus der Tabelle von Kayser sind einige Linien fortgelassen, die theils Geister sind, theils zu Hg resp. Na gehören, worauf Rydberg aufmerksam gemacht hat. Auch aus der Tabelle des blauen Spectrums sind Linien fortgelassen, die Geister sind.

Kayser (29)	Runge u Paschen (44)
7029 2 1	7030 54 2
6964 8 8	6965 81 6
6937 8 1	37 99 2
—	6888 83 1
—	80 26 1
6870 6 1	71 56 4
—	27 85 1
6786 5 1	—
—	6766 97 1
—	56 58 1
52 7 3	53 15 5
—	19 33 2
—	6699 06 3
—	84 95 1
—	79 01 1
6676 5 3	77 61 6
—	64 27 3
—	60 92 3
—	32 07 1
—	05 05 4
—	6538 43 3
—	13 87 1
—	6494 10 2
—	81 17 2
—	66 65 3
—	31 77 3
6415 2 5	16.54 8
—	02 21 1
6384 5 2	6384 89 5
68 0 1	69 74 4
—	65 02 3
—	34.24? 1
—	09 36 1
07 8 1	07 91 5
—	6299 01? 1
6296 8 2	97.15 5
—	78 80 2
—	66.70 1
—	59 58 1
—	48.65 4
—	38 58 1
—	35.99 1
—	30.96 2
—	24 85 1
17 5 1	—
—	16.14 6
12 5 2	12 73 6
—	6199.44 1
—	97 30 1
—	94 25 1
—	86 52 1

Kayser (29)	Runge u Paschen (44)	Eder u Valenta (36)
—	6183 12 1	
—	79 50 2	
6172 9 2	73 32 6	
70 3 1	70 39 5	
—	65 30 3	
—	61 68 2	
—	59 60 1	
55 2 1	55 46 5	
45 6 2	45 64 6	
—	43 16 1	
—	35 63 1	
—	34 12 1	
—	29 02 3	
—	27 57 4	
—	25 96 1	
—	21 93 2	
—	19 74 3	
—	13 55 3	
06 1 2	05 87 6	
—	04 71 3	
—	01 33 3	
6098 8 1	6099 03 6	
—	96 09 1	
—	93 44 1	
—	90 97 4	
—	85 90 1	
—	81 50 2	
—	75 20 1d?	
—	67 48 1	
—	64 93 3	
59 5 4	59 62 7	
52 7 2	52 96 6	
43 0 4	43 48 8	6043 68 1
—	40 46 1	—
—	35 49 1	—
31 5 5	32 39 9	32 69 3
25 8 1	25 40 4	—
—	17 66 1	—
—	15 40 1	—
13 6 1	13 94 4	—
—	11 59 1	—
—	05 95 3	—
5999 5 1	5999 29 4	—
—	94 99 2	—
87 5 1	87 61 5	—
—	82 22 2	—
—	71 91 4	—
—	68 58 3	—
—	64 70 3	—
—	60 78 1	—
—	49 47 3	—

Kayser (29)	Runge u Paschen (44)	Eder u Valenta (36)
5943 5 1	5942 92 5	—
—	41 08 3	—
28 5 2	29 06 6	5928 61 1
—	27 34 3	—
—	20 33 1	—
—	20 04 1	—
—	16 84 3	—
12 22 4	12 31 7	12 48 4
—	04 09 1	—
—	00 70 1	—
—	5897 75 1	—
5888.93 3	88 79 6	5889 02 3
82 78 2	82 88 4	83 03 2
—	80 41 1	—
—	70 52 1	—
—	64 29 1	—
60 6 2	60 54 4	60 69 2
—		34 63 2
32 3 2		—
02 4 1		5802 45 2
5772 5 1		5772 52 3
—		39 87 5
—		01 19 1
—		5691 94 1
5690 1 1		90 19 3
83 0 1		82 26 4
59 4 1		59 47 4
50 90 4		51 03 8
—		49 02 3
—		41 74 2
—		39 39 1
—		37 68 1
—		35 91 2
—		24 06 1
—		21 28 2
—		18 30 3
06 84 5		07 44 8
5599 6 1		00 91 2
—		5597 89 5
89 4 1		—
81 3 1		82 20 3
72 71 3		72 87 6
—		59 93 3
58 80 5		59 02 6
—		34 73 1
—		29 18 1
25 2 1		25 27 4
06 7 1		06 42 5
5496 02 4		5496 16 8
—		90 37 2
—		73 76 3

	Kayser (29)		Eder u Valenta (36)	
	—		5467 41	3
	—		59 57	1
	5458 2	1	57 75	4
	51 87	3	51 95	8
	—		43 54	3
	42 1	1	42 54	2
	—		40 28	4
	21 9	2	21 68	6
	12 8	1	—	
	—		10 76	4
	—		5394 20	1
	—		73 76	3
	5275 3	1	—	
	54 4	2	5254 79	2
	—		53 09	4
	21 9	2	21 65	5
	5188 46	5	—	
	—		5187 47	5
	—		77 81	2
	62 6	4	62 59	5
	52 7	3	51 74	4
	20 0	1	18 55	2
	5063 2	2	—	
	—		5060 39	4
	—		54 54	2
	51 3	1	49 18	3
	10 4	2	—	
	4969 6	1	—	
	—		4895 01	2
	4889 4	1	88 21	5
	82 3	2	—	
	49 9	1	—	
	07 8	3	—	
	4768 3	1	4768 79	2
	—		53 02	2
	—		46 82	1
	38 2	1	—	
	32 4	1	—	
A_1	02 501	4	02 40	5
	—		4647 45	1
A_2	4628 623	3	28 60	8
	—		02 63	1
A_3	4596 205	3	4596 30	8
	—		23 54	1
B_1	22 389	3	22 49	6
A_5	10 851	5	10 90	10
	—		01 66	1
B_3	—		4424 09	1

	Kayser (29)		Eder u Valenta (36)	
C_1	4363 970	1	4363.94	4
A_6	45 322	4	45 27	10
	—		37 20	1
A_7	35 491	4	35 42	8
A_8	33 714	6	33 65	6
	—		21 77	1
	—		12 27	2
	04 033	1	—	
C_2	00 249	6	00 18	10
	—		4288 06	1
	—		78 21	1
C_3	4272 304	6	72 29	10
C_4	66 425	5	66 44	10
	—		65 38	2
A_9	59 491	7	59 50	10
D_1	51 329	3	51 27	6
	—		47 68	1
	—		12 37	2
	—		10 14	2
	05 007	1	—	
	1)		02 11	4
	00 799	9	4200 75	10
C_5	4198 436	5	4198 40	10
B_6	91 162	5	91 02	10
D_2	90 841	5	90 85	5
B_7	82 002	5	82 03	9
D_3	64 309	5	64 36	9
D_4	58 722	9	58 65	10
	—		52 97	5
	—		50 18	1
	—		47 36	2
	—		41 65	1
	—		34 48	1
	—		4055 91	1
C_6	4054 663	2	54 65	5
	—		50 18	3
C_7	46 027	2	46 04	6
C_8	44 565	7	44 52	10
A_{10}	—		33 11	3
	—		3960 24	1
	—		54 77	1
D_7	3949 107	6	49 08	10
D_8	47 645	4	47 75	5
	—		43 55	2
B_{10}	00 065	1	00 04	4
A_{12}	3894 795	2	3894 78	5
A_{11}	66 353	1	66 23	2
A_{16}	34 768	4	34 83	6

	Kayser (29)		Eder u Valenta (36)	
	3801 049	1	—	
C_{10}	3781 461	2	3781 50	4
C_{11}	75 476	1	75 62	2
B_{12}	70 440	3	70 80	4
	—		60 43	1
B_{14}	43 808	1	43 95	1
D_{10}	3696 587	1	3696 70	2
D_{11}	91 001	2	91 09	4
	1)		80 30	5
	1)		78 43	6
A_{17}	75 353	1	75 38	2
A_{19}	70 783	2	70 90	4
C_{12}	59 632	2	59 70	3
	50 258?	2	49 99	5
C_{13}	43 227	2	43 30	3
C_{14}	34 586	3	34 64	6
C_{15}	32 766	3	32 82	6
C_{16}	06 677	5	06 69	6
A_{20}	3599 822	1	3599 19	2
	—		82 72	1
A_{22}	72 416	2	72 44	3
	67 789	4	67 88	4
B_{17} u D_{13}	64 423	3	2)	
B_{18}	63 362	3	63 50	4
D_{14}	56 135	2	56 16	3
	—		55 55	2
D_{15}	54 435	5	54 48	4
	—		51 95	1
A_{23}	45 947	1	—	
	06 650	2	06 64	2
B_{20}	3493 435	1	3493 40	3
C_{19}	61 192	3	61 23	4
	55 076	1	55 14	1
B_{23}	42 640	1	42 77	1
	06 287	1	06 29	2
C_{20}	3398 016	1	—	
D_{17}	93 848	3	3394 03	4
D_{18}	92 885	2	92 94	3
D_{19}	89 955	1	90 05	1
C_{21}	87 698	1	87 80	2
	81 573	1	81 67	2
C_{22}	73 586	2	73 65	3
	60 146	1	—	
	25 626	2	25 63	2
	1)		23 91	1
D_{21}	19 459	3	19 42	2
	3295 44	2	—	

1) Diese Linie wird von Kayser zum blauen Spectrum gerechnet

2) Diese Linie wird von Eder und Valenta zum blauen Spectrum gerechnet

Kayser (29)		Eder u Valenta (36)	
3244 51	1	—	
3175 11	1	—	
—		3034 7	4
—		21 9	4
2972 60	1	—	
68 39	2	—	
67 35?	5	2967 3	5
		2893 5	1

Eder u Valenta (36)	
2873 5	3
33 6	3
02 2	3
2614 6	4
2577 6	1
16 3	4
2478 65	
76 55	

Zu den gesetzmassig gelagerten Linien rechnet Rydberg noch A_4 4589 40, B_8 4180.38, C_9 3979 81, B_{19} 3560 15, von welchen A_4 und C_9 der alteren Messung von Eder und Valenta (25) entstammen, wahrend die andern Linien sich im „weissen Spectrum“ finden Sie sind daher alle zweifelhaft

Blaues Spectrum.

Kayser (29)		Runge u Paschen (44)		Eder u Valenta (36)	
6684 2	2	6682 7	2		
44 2	3	44 3	3		
—		40 5	1		
38 6	2	38 7	2		
—		15.2	1		
6482 8	1	6483 6	3		
6243 7	2	6243 45	3		
—		40 5	1		
15 6	1	—			
—		6189 5	1		
6172 3	3	72 7	5		
40 9	1	39 1	1		
—		23 8	1		
14 1	3	—			
—				5577 98	2
[1]				59 02	8
—				54 37	2
—				5498 55	2
—				54 71	2
—				07.70	2
—				02 95	2
—				5397 90	2
—				06 04	4
—				5287 24	5
—				65 05	1
—				17 17	3
—				5176 56	4
—				66 03	5
5145 565	2			45 57	6

Kayser (29)		Eder u Valenta (36)	
5141 909	1	5142 20	6
—		5090 81	2
—		76 25	1
5062 189	2	62 35	8
—		24 47	3
17 331	1	17 46	8
09 426	2	09 63	8
—		4972 40	4
4965 239	2	65 38	6
—		55 31	4
—		49 53	2
—		43 17	4
33 406	1	33 49	6
—		05 05	4
—		4893 57	(2
—		88 88	4
[1]		82 46	4
4880.004	4	80 14	8
—		67 72	5
—		66 14	6
—		61 44	2
47 963	3	47 94	8
—		34 32	1
—		19 43	2
06 173	6	06 17	10
—		4792 29	1
—		91 49	1
—		71 75	3
4765 028	3	65 04	5

Kayser (29)		Eder u Valenta (36)	
—		4754 64	2
4736 065	5	36 03	6
27 027	4	27 00	4
—		08 66	3
4658 079	4	4658 04	5
—		40 21	2
37 351	2	37 35	5
09 742	6	09 73	8
4590 081	5	4590 05	7
79 527	5	79 53	8
—		65 42	2
—		64 55	3
—		63 87	3
—		61 20	1
—		47 88	2
45 220	5	45 26	8
—		35 70	3
—		30 73	3
03 111	1	03 15	5
—		4498 68	4
—		91 22	4
—		88 42	4
4482 003	5	81 99	6
75 015	2	75 15	2
60 682	2	60 70	2
49 123	2	49 13	2
43 545	1	43 50	1
39 539	1	39 50	1
34 037	2	34 10	3

1) Diese Linie wird von Kayser zum rothen Spectrum gezahlt

Kayser (29)		Eder u Valenta (36)	
4431 172	4	4431 16	4
30 355	6	30 35	4
26 165	9	26 16	8
21 113	1	21 06	2
08 095	1	08 06	1
01 156	5	01 19	6
00 271	3	00 25	5
4383 900	2	4383 94	2
79 827	6	79 79	6
76 112	3	76 15	2
75 201	1	75 25	1
71 504	4	71 46	6
70 928	4	70 92	6
67 952	1	68 04	1
62 229	2	62 20	3
52 368	4	52 40	5
48 222	10	48 11	10
43 904	2	43 90	2
37 244	1	37 20	1
32 205	3	32 20	3
31 354	6	31 31	8
09 311	2	09 31	2
00 824	2	00 82	3
4298 222	1	4298 20	1
83 054	3	83 03	5
77 718	6	77 65	10
75 327	1	75 34	4
66 684	6	66 44	8
—		55 73	1
37 395	3	37 34	5
29 813	1	—	
29 015	1	—	
28 310	5	28 67	8
27 146	2	27 14	4
22 839	3	22 76	6
18 843	3	18 79	4
03 609	1	03 54	4
02 106	2	02 11	1
4189 774	1	—	
83 106	2	—	
79 479	1	79 45	5
78 504	1	78 58	5
—		82 97	8[1]
—		75 25	5[1]
—		74 20	5[1]
—		72 95	5[1]
—		72 05	6[1]
56 295	2	56 30	6

Kayser (29)		Eder u Valenta (36)	
4146 761	1	4146 68	3
31 913	4	31 95	8
—		29 89	2
—		28 87	4
12 916	1	13 04	5
04 107	7	04 10	10
4099 602	1	4099 59	3
—		98 33	3
97 265	1	97 36	2
89 041	1	89 04	1
82 535	2	82 59	6
80 872	1	80 85	4
79 712	2	79 80	6
77 204	2	77 15	2
76 854	2	76 85	8
72 579	3	72 58	5
72 159	7	72 18	8
—		65 79	4[1]
53 111	1	53 12	6
43 039	4	43 04	8
38 966	2	38 99	6
35 624	2	35 58	5
34 022	2	33 99	6
23 730	1	23 68	4[1]
14 002	6	13 97	8
11 527	1	11 38	4
3995 035	1	3994 81	4
92 196	2	92 17	6
88 378	1	88 37	3
79 541	3	79 57	7
74 859	1	—	
74 646	2	74 70	6
68 496	4	68 54	4
60 591	2	60 62	4
58 529	2	58 58	4
52 892	1	52 82	2
46 290	4	46 20	5
44 409	4	44 50	6
37 208	1	—	
—		34 20	3
32 717	4	32 71	6
31 382	2	31 32	5
28 749	7	28 78	10
25 903	3	25 93	6
24 798	1	—	
14 931	3	14 93	8
11 721	1	11 69	6
07 896	1	07 80	6

Kayser (29)		Eder u Valenta (36)	
3900 763	2	—	
3892 128	4	3892 15	8
91 550	2	91 53	6
80 432	1	80 46	6
75 406	3	75 40	8
74 288	1	—	
72 326	2	72 26	6
68 718	6	68 68	8
58 456	2	—	
56 210	1	—	
53 366	1	—	
50 715	8	50 70	10
45 535	1	45 51	5
44 921	1	44 90	4
41 709	1	41 63	5
30 585	1	30 58	5
26 976	3	26 92	6
25 865	1	25 89	4
19 300	1	19 15	3
09 649	3	09 58	6
08 746	1	08 72	5
03 381	2	03 38	5
00 429	1	00 40	3[1]
3799 596	2	3799 65	5
96 882	1	96 83	4
95 509	3	95 56	7[1]
86 536	2	86 60	6
81 018	6	81 07	8
76 885	1	76 91	1
70 719	2	70 80	4
66 286	2	66 30	5
65 463	5	65 48	8
63 715	3	63 76	6
56 541	1	—	
—		54 28	3
53 722	1	53 60	5
50 428	1	50 79	3
47 135	1	47 25	2
—		46 75	2
—		39 88	2
38 094	3	38 04	8
35 542	1	—	
—		34 70	5
29 450	9	29 52	10
24 697	2	24 67	4
—		24 31	4
20 617	1	20 61	6
18 403	3	18 39	8

1) Diese Linie kommt nach Eder und Valenta nur im sehr stark condensirten Funken vor

Kayser (29)		Eder u Valenta (36)	
3717 367	1	3717 36	6
16 704	1	—	
14 744	1	—	
12 941	2	13 19	1
10 167	1	10 11	2
3696 160	1	—	
92 739	1	—	
80 124	1	[1]	
78 478	2	[1]	
70 071	1	—	
69 700	1	69 63	3
60 635	1	60 70	6
56 270	1	56 26	5
55 474	3	55 52	6
51 141	1	51 04	6
50 313	1	—	
40 022	2	40 00	6
38 015	7	—	
37 212	1	37 25	5
22 354	2	22 31	6
—		12 00	2
—		11 11	1
06 056	2	—	
—		05 05	3
03 981	1	03 70	1
—		01 68	2
—		01 10	1
—		00 24	2
—		3598 60	3
3588 633	9	88 64	10
87 122	1	—	
82 547	7	82 54	6
81 802	4	81 82	6
79 000	1	—	
76 808	8	76 80	8
65 221	2	65 20	5
64 586	1	64 50	4
62 388	1	—	
—		61 51	4
61 213	7	61 20	5
59 695	8	59 69	6
58.670	1	—	
57 029	1	—	
55 107	1	—	
48 680	2	48 69	5
46 005	5	46 03	10

Kayser (29)		Eder u Valenta (36)	
3545 792	5	3545 78	10
35 514	3	35 53	6
22 100	1	22 14	5
21 431	2	21 46	5
20 191	3	20 15	6
18 079	1	19 52	3
14 576	4	14 53	8
14 351	4	—	
11 804	1	11 79	2
11 286	8	11 35	3
09 961	3	09 93	6
09 475	3	09 54	2
07 268	1	—	
06 426	1	[1]	
—		05 08	3
03 730	2	03 76	2
02 841	2	02 00	1
00 724	1	—	
3499 815	3	3499 85	3
98 419	1	—	
97 219	1	—	
93 562	1	[1]	
91 723	7	91 71	10
91 440	5	—	
91 030	2	—	
80 636	5	80 69	5
78 410	2	78 42	6
76 926	5	76 96	8
73 368	1	—	
72 713	1	—	
71 443	1	—	
66 533	2	66 40	4
—		66 07	4
64 364	2	64 33	6
55 572	1	—	
54 298	2	54 30	5
50 223	1	—	
—		48 46	2
45 254	1	—	
38 174	2	—	
—		32 75	2
30 650	1	30 58	4
29 846	1	29 81	4
24 385	1	24 41	2
21 821	2	21 80	5
17 608	1	—	

Kayser (29)		Eder u Valenta (36)	
—		3414 61	3
3413 665	1	—	
—		06 43	2
04 432	1	—	
[2]		3397 97	2
—		93 46	1
3391 959	4	91 86	6 [3]
88 706	4	88 65	6
—		84 94	2
—		83 87	1
—		81 27	2
79 674	1	79 73	3
76 618	3	76 61	6
71 077	1	71 07	4
66 758	1	66 75	4
65 660	1	65 67	3
61 418	2	61 33	1
58 633	6	58 67	2
52 248	2	—	
51 112	3	51 10	5
44 857	6	44 89	3
42 532	1	—	
—		41 88	1
36 269	6	36 32	3
27 441	1	—	
23 671	2	—	
11 318	6	11 34	4
07 368	3	07 37	6
06 499	1	—	
05 720	1	—	
01 938	7	01 97	5
3293 768	4	3293 82	5
85 913	8	85 91	6
81 867	3	81 83	6
73 476	1	73 40	3
71 122	1	—	
63 953	1	—	
63 722	2	63 71	5
—		59 73	1
—		58 95	1
51 888	3	51 90	1
49 972	4	49 95	3
45 638	1	—	
43 845	4	43 85	2
37 920	1	37 05	3
36 812	1	—	

1) Diese Linie wird von Eder und Valenta zum rothen Spectrum gerechnet

2) Diese Linie wird von Kayser zum rothen Spectrum gezahlt

3) Diese Linie kommt nach Eder und Valenta nur in sehr stark condensirten Funken vor

Kayser (29)		Eder u Valenta (36)	
—		3230 30	1
—		26 16	2
3222 183	1	22 62	2
—		21 41	2
—		17 89	1
—		16 98	2
12 737	1	12 76	4
10 678	1	—	
—		07 85	1
04 469	2	04 49	5
3196 109	1	—	
94 400	1	3194 52	4
87 970	1	—	
—		86 42	2
83 171	1	—	
81 174	3	81 26	6
—		79 30	1
—		73 26	1
71 767	1	—	
69 812	4	69 88	6
—		67 70	2
65 480	1	65 36	3
61 519	3	61 64	6
—		59 47	1
57 577	2	57 13	1
—		54 06	2
—		52 89	1
—		50 70	1
—		48 53	1
—		46 63	1
39 156	3	39 26	6
—		37 88	2
27 996	1	—	
25 980	1	—	
16 162	1	—	
10 441	1	—	
—		04 63	2
—		02 88	1
—		00 21	1
3093 478	3	3093 57	8
—		85 29	1
83 720	1	83 15	2
78 212	2	—	
66 998	1	67 16	2
64 830	2	—	
54 846	3	—	
48 552	1	—	
46 130	1	46 28	2
—		46 15	2
39 477	1	—	
33 620	2	33 76	4

Kayser (29)		Eder u Valenta (36)		Eder u Valenta (36)		Eder u Valenta (36)		Eder u Valenta (36)	
3031 759	1	—		2683 6	2	2503 9	2	2418 9	3
29 015	2	3029 10	6	78 6	2	01 8	3	17 3	2
27 181	1	27 07	2	74 3	2	00 4	5	15 7	6
24 078	3	—		63 7	3	2499 5	4	14 3	3
—		14 70	1	62 9	1	97 2	2	13 2	3
02 67	4	—		62 2	1	96 0	3	12 6	2
00 63	2	00 70	3	60 8	1	94 2	2	11 2	4
2979 16	4	2979 35	8	60 3	1	92 0	2	10 4	2
—		60 45	3	54 8	2	91 0	6	09 6	1
55 37	2	55 67	6	52 4	1	88 9	2	08 2	1
42 94	5	43 17	8	50 0	2	87 0	1	06 7	3
—		32 90	2	47 6	8	84 1	1	05 2	2
31 52	2	31 72	3	40 9	1	83 2	1	04 4	4
24 68	1	24 92	6	37 7	1	82 3	4	03 4	2
—		16 3	2	34 4	1	81 6	4	03 3	1
2896 91	1	2896 97	6	32 3	1	80 9	5	00 0	1
91 73	2	91 87	6	27 8	2	79 2	6	2399 3	3
84 24	5	84 1	4	25 0	2	77 0	1	98 4	3
78 79	2	79 0	4	21 4	3	75 6	3	97 5	1
—		74 6	3	17 0	2	74 2	4	95 7	4
—		66 0	5	14 2	1	73 1	2	91 0	1
—		60 9	1	2592 3	2	70 4	2	88 2	2
55 29	3	55 4	3	85 0	1	68 8	1	86 8	3
53 27	1	53 5	3	79 7	1	63 2	2	83 6	3
—		47 0	3	71 5	4	60 2	3	82 6	1
—		43 7	3	70 0	2	58 2	2	81 2	1
42 88	2	42 6	3	69 3	2	57 6	1	80 0	1
24 47	1	24 2	1	68 1	1	56 4	1	72 0	1
—		18 4	1	66 4	1	55 3	3	69 4	1
—		09 7	1	65 8	1	54 5	6	67 1	1
—		06 3	8	64 7	4	53 0	1	64 2	4
—		00 7	1	62 3	6	49 2	1	62 9	1
2796 66	2	2797 0	3	59 5	3	47 9	1	61 9	1
—		95 65	3	56 8	3	44 9	2	60 2	3
—		89 1	1	53 6	1	43 2	2	58 5	1
—		85 3	1	49 8	3	42 7	2	57 7	3
—		84 6	2	47 4	1	41 3	1	55 1	1
74 90	1	75 1	1	46 0	1	40 1	3	54 3	3
—		69 7	8	44 8	6	38 8	6	53 7	1
—		64 5	4	40 1	3	36 9	2	50 6	4
62 11	3	62 1	3	36 0	3	32 8	4	46 7	1
		57 2	3	34 8	5	30 5	1	45 4	1
		53 9	8	28 6	4	30 1	2	44 4	5
		44 88	8	25 6	4	29 4	1	39 9	3
		41 1	2	22 5	3	25 4	2	37 8	5
		32 67	6	16 8	8	24 6	2	33 2	1
		24 8	1	15 6	8	23 9	3	31 7	4
		20 4	1	12 3	3	23 6	2	28 2	1
		08 40	8	10 6	3	22 7	2	24 7	1
		01 8	1	07 3	2	21 6	2	19 5	1
		2692 8	4	04 7	1	20 6	4	18 0	2

Eder u Valenta (36)	Eder u Valenta (36)	Eder u Valenta (36)	Eder u Valenta (36)	Eder u Valenta (36)	Eder u Valenta (36)	Eder u Valenta (36)
2317 6 2	2290 6 1	2267 1 1	2241 1 3	2219 9 4	2175 6 3	2120 0 1
16 5 4	89 9 2	65 2 3	37 9 1	19 0 2	74 7 2	16 1 1
15 0 3	88 8 3	63 0 2	36 6 1	16 3 2	71 5 3	06 1 1
14 0 4	87 1 1	57 9 1	35 7 3	11 0 1	65 8 3	03 6 1
09 4 4	85 8 2	56 6 1	34 7 4	10 5 2	64 6 1	2092 1 1
07 5 1	84 0 2	55 4 1	33 6 1	05 8 2	62 1 1	78 3 1
05 8 1	83 3 3	54 4 2	31 6 2	2195 6 2	59 3 1	77 2 1
02 1 3	81 6 5	52 4 4	30 1 1	91 7 1	54 1 1	63 9 1
00 9 1	75 3 1	51 5 1	29 7 3	91 4 1	53 3 1	57 6 1
00 3 2	75 0 2	49 4 1	27 4 3	90 6 1	51 2 2	50 5 1
2295 4 1	72 7 1	46 1 1	25 8 3	87 3 2	30 6 3	
93 0 1	69 8 1	43 7 4	21 7 1	85 5 2	29 5 1	
92 2 3	68 7 1	41 8 1	21 4 1	81 2 2	26 7 2	

SILBER (Ag = 107 88)

Literatur

[1] H F Talbot, Facts relating to optical science Phil Mag (3) **9** p 1—4 (1836) Funke

[2] A J Ångström, Optische Untersuchungen Kgl Svensk Vet Akad Handl 1853 p 229-232, Pogg Ann **94** p 141—165 (1855), Phil Mag (4) **9** p 327—342 (1855) Funke

[3] D Alter, On certain physical properties of light, produced by the combustion of different metals, in the electric spark, refracted by a prism Americ J (2) **18** p 55—57 (1854) Funke

[4] A Masson, Etudes de photometrie electrique Ann chim et phys (3) **45** p 385 bis 454 (1855) Funke

[5] G Kirchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und die Spectra der chemischen Elemente Abhandl Berlin Akad 1861 p 63—95, 1863 p 227—240 Funke

[6] T R Robinson, On spectra of electric light, as modified by the nature of the electrodes and the media of discharge Phil Trans **152**, II p 939—986 (1862) Funke

[7] W A Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark Phil Trans **152**, II p 861—887 (1862) Funke, Ultraviolett

[8] W Huggins, On the spectra of some of the chemical elements Phil Trans **154**, II p 139—160 (1864) Funke

[9] F Brasack, Spectralanalytische Untersuchungen der Metalle. Abhandl Naturf Ges Halle, **9** p 1—16 (1864) Empfindlichkeit

[10] A Mitscherlich, Ueber die Spectren der Verbindungen und der einfachen Körper Pogg Ann **121** p 459—488 (1864) In Knallgasflamme

[11] E Mascart, Recherches sur la determination des longueurs d'onde Ann scient éc norm sup **4** p 7—31 (1866) Messungen im Ultraviolett

[12] R Thalen, Om spectralanalys Upsala Univers årsskr 1866 Funke

[13] R Thalén, Mémoire sur la determination des longueurs d'onde des raies metalliques Nova acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868) Funke

[14] A Cornu, Sur le renversement des raies spectrales des vapeurs métalliques C R **73** p 332—337 (1871) Selbstumkehr

[15] Lecoq de Boisbaudran, Remarques sur quelques particularités observées dans des recherches d'analyse spectrale C R **76** p 1263—1265 (1873) Funke

[16] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux Paris 1874 Funke nach Losung

[17] J N Lockyer and W Chandler Roberts, On the absorption-spectra of metals volatilized by the oxyhydrogen flame Proc Roy Soc **23** p 344—349 (1875) Absorption durch Metalldämpfe

[18] A Gouy, Recherches sur les spectres des métaux a la base des flammes C R **84** p 231—234 (1877) In Flamme

[19] Rand Capron, Photographed spectra, London 1877

[20] G Ciamician, Ueber die Spectren der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen Wien Ber **76**, II p 499—517 (1877) Funke nach Lösung

[21] G D. Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours Proc Roy Soc. **28** p 352—358 (1879) Umkehrung.

[22] G. D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours Proc Roy Soc **29** p 402—406 (1879) Banden

[23] J Parry and A E Tucker, On the application of the spectroscope to the analysis of iron and steel Engineering **27** p 127—128, 429—430, **28** p 141—142 (1879) Funke

[24] G D Liveing and J Dewar, On an arrangement of the electric arc for the study of the radiation of vapours, together with preliminary results Proc Roy Soc **34** p 119—122 (1882) Banden

[25] W N Hartley, Photographs of the spark spectra of twenty one elementary substances (1881) Trans Roy Dublin Soc (2) **1** p 231—238 (1883) Funke

[26] H. Becquerel, Maxima et minima d'extinction de la phosphorescence sous l'influence des radiations infra-rouge C R **96** p 1853—1856 (1883) Ultraroth

[27] H Becquerel, Memoire sur l'étude des radiations infra-rouge au moyen des phenomènes de phosphorescence Ann chim et phys (5) **30** p 5—68 (1883) Ultraroth

[28] H Becquerel, Spectres d'emission infra-rouges des vapeurs métalliques C R **99** p 374—376 (1884) Ultrarothe Linien

[29] W N Hartley and W E Adeney, Measurements of the wave lengths of lines of high refrangibility in the spectra of elementary substances Phil Trans **175**, I p 63—137 (1884) Funkenspectrum

[30] G D Liveing and J Dewar, Spectroscopic studies on gaseous explosions Proc Roy Soc **36** p 471—478 (1884) Explosionen

[31] W N Hartley, Researches on spectrum photography in relation to new methods of quantitative chemical analysis Phil Trans **175**, II p 325—342 (1884) Funke nach Losung

[32] C C Hutchins and E L Holden, On the existence of certain elements, together with the discovery of platinum, in the sun Phil Mag (5) **24** p 325—330 (1887) Bogen

[33] J N Lockyer, Researches on the spectra of meteorites A report to the solar physics committee Proc Roy Soc **43** p 117—156 (1887) In Flammen

[34] V Schumann, Zur Photographie der brechbarsten Strahlen Photogr. Rundschau **41** p 71—80 (1890) Kurzeste Wellenlangen

[35] F Mc Clean, Comparative photographic spectra of the sun and the metals Monthly Not Astron Soc **52** p 22—23 (1891) Mit Atlas Funkenspectrum

[36] H Kayser u C Runge, Ueber die Spectra der Elemente 5 Abschn Ueber die Spectra von Cupfer, Silber und Gold Abhandl Berlin Akad 1892 Wiedem Ann **46** p 225—243 (1892) Bogenspectrum

[37] J M Eder, Beiträge zur Spectralanalyse, I Das Emissionspectrum der Ammoniak-Oxygen-Flamme II Die Verwendbarkeit der Funkenspectra verschiedener Metalle zur Bestimmung der Wellenlangen im Ultravioletten Denkschr Wien Akad **60** p 1—24 (1893), Beitrage zur Photochemie p 44—56 Funke

[38] W N Hartley, Flame spectra at high temperatures I Oxy-hydrogen blowpipe spectra Proc Roy Soc **54** p 5—7 (1893), Phil. Trans. **185 A** p 161—212 (1894) In Flammen

[39] A de Gramont, Sur les spectres d'étincelles de quelques minéraux (sulfures metalliques) C R **118** p 591—594 (1894) Funke

[40] A de Gramont, Analyse spectrale directe des minereaux Paris 1895 Funke

[41] H A Rowland and R R Tatnall, The arc-spectra of the elements II Germanium Astrophys J **1** p. 149—153 (1895) Einige Bogenlinien

[42] E P Lewis, The measurement of some standard wave-length in the infra-red spectra of the elements Astrophys J **2** p 1—25 (1895) Ultraroth

[43] E Demarçay, Spectres electriques, Paris 1895, p 14 Funke nach Losung

[44] L Arons, Ueber den Lichtbogen zwischen Quecksilberelectroden, Amalgamen und Legirungen. Wiedem. Ann **58** p 73—95 (1896) In Quecksilberlampe

[45] Fr Exner und E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **104**, II a p 909—962 (1895) Funke

[46] J M Eder u E Valenta, Ueber die Spectren von Kupfer, Silber und Gold Denkschr Wien Akad **63** p 189—235 (1896), Beitrage zur Photochemie p 161—213 Funke

[47] Lecoq de Boisbaudran, Examen de quelques spectres C R **124** p 1288—1290, 1419—1421 (1897) Funke nach Losung

[48] W J Humphreys, Changes in the wave frequencies of the lines of emission spectra of elements, their dependence upon the elements themselves and upon the physical conditions, under which they are produced. Astrophys J **6** p 169—232 (1897) Druckverschiebung

[49] A A Michelson, Radiation in a magnetic field Nat **59** p 440—441 (1899) Zeeman-Effect

[50] A Perot et Ch Fabry, Détermination de nouveaux points de repères dans le spectre C R **130** p 492—495 (1900), J de phys (3) **9** p 369—382 (1900) Einige Wellenlangen

[51] L Arons, Ueber den electrischen Lichtbogen zwischen Metallelectroden in Stickstoff und Wasserstoff Ann d Phys (4) **1** p 700—718 (1900) Bogen in Gasen

[52] W N Hartley and H Ramage, Banded flame-spectra of metals Trans Roy Dublin soc (2) **7** p 339—352 (1901) In Flamme, Banden

[53] G Berndt, Ueber den Einfluss von Selbstinduction auf die durch den Inductionsfunken erzeugten Metallspectra im Ultraviolett Dissert Halle, bei Kammerer 1901 Selbstinduction

[54] O H Basquin, The spectrum of hydrogen given by the metallic arc of tin, copper, silver etc Astrophys J **14** p 1—16 (1901) Bogen in Wasserstoff.

[54a] G A Hemsalech, Recherches experimentales sur les spectres d'etincelles Paris bei Hermann 1901 Selbstinduction

[55] C Runge und F Paschen, Ueber die Zerlegung einander entsprechender Serienlinien im magnetischen Felde Berl Ber 1902 p 720—730, Astrophys J **16** p 123—134 (1902) Zeeman-Effect

[56] Fr Exner u E. Haschek, Tabellen der Funkenlinien Wien 1902

[57] W von Bolton, Ueber electrodisches Leuchten und eine neue spectroscopische Methode Zs f Electrochem **9** p 913—922 (1903) Leuchten bei Electrolyse

[58] H Ebert, Die anomale Dispersion und die Sonnenphanomene Astronom Nachr **162** p 193—196 (1903) Auch Boltzmann-Festschrift p 448—454 (1904) Anomale Dispersion

[59] Ch. de Watteville, Spectres de flammes Thèse Paris 1904, Phil Trans **A 204** p 139—168 (1904) Flammenspectrum

[60] H W Morse, Spectra from the Wehnelt interruptor Astrophys J **19** p 162—186 (1904) Leuchten bei Electrolyse

[61] Fr Exner u E Haschek, Tabellen der Bogenlinien Wien 1904

[62] A Hagenbach u H Konen, Atlas der Emissionsspectren Jena 1905 Bogen und Funke

[63] P G Nutting, Line structure Astrophys J. **23** p 64—78 (1906) Structur der Linien

[64] E Néculcea, Recherches theoriques et experimentales sur la constitution des spectres ultraviolettes d'étincelles oscillantes These de Paris 1906 Selbstinduction

[65] A de Gramont, Sur les raies ultimes ou de grande sensibilite des métaux, dans les spectres de dissociation C R **144** p 1101—1104 (1907) Raies ultimes

[66] Sir N Lockyer, Tables of wave-lengths of enhanced lines Solar Physics committee 1906 Verstarkte Linien

[67] Fr Schön, Beitrage zur Kenntniss der anomalen Dispersion von Metalldampfen Dissert Jena 1907 Anomale Dispersion

[68] A de Gramont, Sur les indications quantitatives qui peuvent être fournies par les spectres de dissociation argent C R **147** p 307—309 (1908) Quantitative Analyse

[69] W N Hartley, An investigation of the connexion between band and line spectra of the same metallic elements Trans Roy Dublin Soc (2) **9** p 85—138 (1908) Banden

[70] W G Duffield and R Rossi, The emission spectrum of silver heated in a carbon-tube furnace in air Astrophys J **28** p 371—378 (1908) Banden

[71] H Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldampfen Dissert Bonn 1909 Zs f wiss Photogr 7 p 80—112 (1909) Anomale Dispersion

[72] H Finger, Ein Beitrag zur Kenntniss des Einflusses des Mediums auf die Linien in Funkenspectren Dissert Munster (1909), Zs f wiss. Photogr 7 (1909) Funken in Wasser

Nachdem zuerst Talbot [1] im Lichte von „electrisch verbranntem" Ag zwei grune Linien gesehen, folgen ahnliche unbedeutende Bemerkungen von Ångstrom, Alter, Masson, Robinson. Dann misst Kirchhoff [5] die Lage von 3 Linien im Vergleich zum Sonnenspectrum, W A Miller photographirt zum ersten Mal in kleinem Maassstab das ultraviolette Funkenspectrum — Die erste Messung des Funkenspectrums nach willkurlicher Scala liefert fur den sichtbaren Theil Huggins [8], dem sich bald Thalén [13] mit Messungen in Wellenlängen anschliesst Inzwischen hat Mitscherlich [10] gefunden, dass Cyansilber in der Sauerstoffflamme Linien von Ag gebe, Cornu [14] beobachtet Selbstumkehr einiger Linien im Bogen Lecoq de Boisbaudran [5] findet, dass massig starke Funken zwischen Silberelectroden nur das Luftspectrum geben, man musse entweder sehr starke Funken nehmen, oder das Silber verdunnen, z B mit Zn oder Pb legiren Dann [16] giebt er Zeichnung und Messung des Funkens nach Nitratlosung, wobei einige Banden auftreten

Lockyer und Roberts [17] verdampfen Ag in einem Kalkblock mit Knallgasflamme, beobachten das Absorptionsspectrum des Dampfes bei massiger Temperatur tritt continuirliche Absorption im Blau auf, die sich manchmal bis Grun erstreckt, bei hoherer Temperatur sind Banden im Grun sichtbar, continuirliche Absorption im Blau, wahrend Roth nicht absorbirt wird — Gouy [18] bringt Nitrat-Staub in die Gasflamme, nur im inneren Conus treten zwei Linien auf — Rand Capron [19] liefert eine kleine Photographie des Spectrums

Liveing und Dewar [21, 22] beobachten das Auftreten und die Umkehrung einiger Silberlinien des sichtbaren Spectrums im Bogen, der im Kalkblock brennt Später [24] bemerken sie auf die gleiche Weise Banden im Blau — Parry und Tucker [23] photographiren durch ein Prisma das Spectrum des Funkens nach Losung des Chlorids Die ersten brauchbaren Photographieen des Funkenspectrums liefert Hartley [25], namentlich in seiner Arbeit mit Adeney [29], welche auch die Wellenlangen zwischen 354 und 211 $\mu\mu$ enthalt Dann versucht Hartley [31] eine quantitative Analyse mit Funken nach Losung Becquerel [26—28] findet durch Phosphorescenzschirme zwei ultrarothe Linien, die spater Lewis [42] genauer misst

Wenn explodirenden Gasen Silberstaub beigemischt ist, treten die starken Silberlinien 3383 und 3580 auf, wie Liveing und Dewar [30] finden Lockyer [33] sieht in der Sauerstoffflamme die Linien 5464 und 5208

Nach einer ziemlich werthlosen Untersuchung von Hutchins und Holden [32] folgt eine grosse Photographie des Funkenspectrums durch Mc Clean [35], die von 575 bis 380 reicht und mit Scala versehen ist, so

dass man die Wellenlangen einigermaassen ablesen kann Es sind aber nur die starksten Linien sichtbar, und diese sehr unscharf Die erste genaue Messung des Bogenspectrums liefern Kayser und Runge [36], die auch Gesetzmassigkeiten im Spectrum feststellen — Schumann [34] findet, dass Ag zahlreiche Linien im kurzwelligen Gebiet bis 180 $\mu\mu$ habe

Eder [37] veroffentlicht eine schone Photographie des prismatischen Funkenspectrums, spater liefert er mit Valenta [46] eine Messung desselben Spectrums von 604 bis 197 — Mit dem Spectrum in der Knallgasflamme hat sich wiederholt Hartley [38, 53, 69] beschaftigt, es treten ausser einigen Linien namentlich schone Banden auf, von welchen auch Photographieen gegeben werden. Demarçay [43] untersucht wieder die Funken nach Losung Ferner ist die Messung einiger Linien durch Rowland und Tatnall [41] und durch Perot und Fabry [50] mit dem Interferometer zu erwahnen. Endlich haben wir die Messungen von Exner und Haschek zu nennen, die sich auf den kurzwelligen Theil beschranken und theils [45, 56] das Funkenspectrum, theils [61] das Bogenspectrum betreffen

Hagenbach und Konen geben in ihrem Atlas [62] Abbildungen des Bogen- und Funkenspectrums Arons [44] verwendet in einer Quecksilbervacuumlampe ein Silberamalgam, findet, dass beim Anzunden die Linie 5209 nur an der Kathode auftritt, spater aber verschwindet, dann sind 4669 und 4476 sichtbar Spater [51] giebt Arons an, der Bogen zwischen Silberstaben brenne in N-Atmosphare sehr schwer

Die Druckverschiebung der Bogenlinien untersucht Humphreys [48], den Zeeman-Effect. Michelson [49] und Runge und Paschen [55], den Einfluss der Selbstinduction Berndt [53] und Neculcéa [68], die Structur der Linien Nutting [63] die Paare 5465 und 5209, 4669 und 4476, 4212 und 4055 sollen bei schwachem Strom einfach sein, bei starkerem in je 3 dann in 5 Componenten zerfallen

Basquin [54] lasst einen rotirenden Bogen in Wasserstoff brennen, er findet ein von 3333 nach Roth hin laufendes Band, welches er einer Wasserstoffverbindung zuschreibt — Silberelectroden leuchten bei kraftiger Electrolyse oder im Wehneltunterbrecher nach v. Bolton [57] und Moise [60], letzterer meint im Licht auch Banden zu sehen

Lockyer [66] sucht die enhanced lines auf Ebert [58] und Schon [67] beobachten an mehreren Linien anomale Dispersion, ebenso Geisler [71] Gramont [65] nennt als raies ultimes, d h Linien, welche bei abnehmendem Silbergehalt zuletzt ubrig bleiben, das Paar 3383 und 3281 Dann versucht er eine quantitative Analyse von Mineralien durch das Funkenspectrum [68].

Eine interessante Untersuchung liefern Duffield und Rossi [70], welche Silber in ein Kohlerohr bringen, das durch einen durchfliessenden Strom erhitzt wird Der Strom wird von 97 bis 212 Amp gesteigert Es tritt zuerst Emission von Banden und unscharfen Linien auf, welche sich allmahlich mehr nach dem Ultraviolett hin erstrecken Daruber lagert sich ein immer starker

werdendes continuirliches Spectrum. Dann kehren sich alle Banden und Linien um. — Das Spectrum scheint absolut verschieden von dem Bogen- und Funkenspectrum zu sein. Es scheint mir zweifelhaft, ob uberhaupt Linien beobachtet sind, — denn die starksten Bogenlinien fehlen, — und ob nicht nur Banden beobachtet sind.

Finger [72] untersucht Funken in Wasser.

1) Linienspectrum.

Das Linienspectrum des Silbers erhalt man namentlich durch den Bogen und Funken von Metall, dabei treten, wie ublich, sehr erhebliche Unterschiede zwischen beiden auf, das Funkenspectrum ist wesentlich reicher an Linien, wie die folgenden Tabellen zeigen. Auch Funken nach Silbersalzlosungen geben eine ganze Anzahl Linien, wenn auch viel weniger, ebenso ist die Zahl der im Wehneltunterbrecher auftretenden Linien, wie es scheint, beschrankt.

Flammen hat zuerst Lockyer angewandt [33] in der Leuchtgas-Sauerstoffflamme findet er im sichtbaren Theil nur die Linien 5465 und 5209 der ersten Nebenserie. Spater hat sich Hartley in drei Abhandlungen mit dem Spectrum des Silbers in der Knallgasflamme beschaftigt [38, 53, 69]: als characteristisch fur das Silber erscheinen hier Banden und die beiden enorm starken Silberlinien 3383 und 3280. Daneben fuhrt Hartley noch eine Anzahl anderer Linien an, die sonst nie beobachtet sind, es bleibt daher unsicher, ob es sich wirklich um neue Linien des Silbers, oder um Theile des Bandenspectrums oder um Verunreinigungen handelt. Unter diesem Vorbehalt fuhre ich die Linien als Silberlinien hier an.

5556 7, 5515,0 5483 7, 4244 9 4238 2, 4231 0, 4102 0, 4091 0, 4088 0, 4030 3, 3795 4, 3775 2, 3712 7, 3672 0, 3631 5, 3576 5, 3539 5, 3518 4, 3510 0, 3269 3

Auch Watteville [59] untersucht das Flammenspectrum.

(Siehe Tabelle S 81—92.)

2) Bandenspectrum.

Banden des Silbers hat zuerst Lecoq [16] erhalten, als er Funken nach Silbernitratlosung untersuchte. Dann haben Lockyer und Roberts [17] Banden im Grun und Blau bei Absorption des Lichtes durch Silberdampfe gesehen, ohne sie zu messen. In ahnlicher Weise erhalten Liveing und Dewar [22, 24] Banden. Characteristisch aber ist das Bandenspectrum des Silbers fur die Knallgasflamme, und hier haben wir drei Arbeiten von Hartley [38, 53, 69], der auch Messungen ausgefuhrt hat und Photographieen mit kleiner Dispersion veroffentlicht. In der ersten Abhandlung sagt Hartley [38], die Banden seien alle nach Roth abschattirt, wenn die Quantitat des Silbers abnimmt, also auch die Dampfdichte, so werden die Banden schmaler, schliesslich bleiben nur die starksten Kanten in Gestalt der Hauptlinien 3383 und 3280 ubrig. Fur die Banden im Grun und Blau wird Anfang und Ende gegeben,

	Becquerel (28)	Lewis (42)
II N, I 3	825	8274 08
II N, II 3	771	7688 4

Kayser u Runge (36) Bogen	Huggins (8) Funke	Thalen (13) Funke	Eder u Valenta (46) Funke	
—	6371	—	—	6)
—	6249	—	—	6)
—	6034	6036 0	6037 3 2	6)
—	5973	—	—	6)
—	5854	—	—	6)
—	—	—	5678 7 1u	
5667 72 4U	—	—	67 9 1u	
—	—	5656 0	56 99 1u	6)
—	5644	45 0	46 50 1U	6)
—	26	25 5	28 40 2U	6)
—	22	22 5	23 34 4U	6)
—	—	—	21 25 2U	
—	07	10 5	11 85 2U	
—	—	—	02 93 1U	
—	—	—	5597 99 1U	
—	5590	5590 0	93 11 3U	6)
—	—	—	90 37 2U	
—	—	—	80 89 1U	
—	—	—	75 21 1U	

	Kayser u Runge (36) Bogen	Huggins (8) Funke	Thalen (13) Funke	Eder u Valenta (46) Funke	
	—	5570	5568 0	5570 63 2U	6)
	—	58	56 5	58 98 3U	6) 9)
	—	—	51 5	52 79 4U	6)
	5545 86 4r	—	—	44 5 1?	
	—	—	—	35 41 2u	
	—	—	—	33 48 1u	
	—	—	—	30 23 1u	
	—	—	—	28 72 1u	
	—	—	22 0	21 25 4U	6)
	—	—	—	5494 75 1U	
	—	—	5486 5	89 06 3U	9)
	—	—	—	80 81 3u	
	—	—	—	79 34 2	
I N, I 4	5471 72 6	5471	70 0	71 70 5	4) 6) 10) 11)
I N, I 4	65 66 10R	63	64 0	65 64 10	1) 2) 3) 4) 6) 8) 10) 11)
	—	—	—	54 41 3	
	—	—	—	50 42 3	
	36 0 2U	—	—	—	
	—	26	23 5	24 9 1u	

1) Beobachtet von Lecoq (16) im Funken nach Nitratlösung Er giebt hier noch 5022 und 4997 und 4968, die von andern nicht beobachtet sind Später (47) giebt er an, 5022 sei eine Bande, diese und die beiden Linien treten nicht beim Nitrat auf, sondern beim Chlorid, wenn der Funke in CO_2 übergeht 2) Von Morse (60) im Wehneltunterbrecher gesehen Er erwähnt dabei noch als Funkenlinie des Ag 5709 0, als Bogenlinie 3583 0 3) Nach Perot und Fabry (51) ist die Wellenlänge, bezogen auf die Michelsonsche grüne Cd-Linie 5465 489 und 5209 081 4) Auf Zeeman-Effect untersucht (56) 6) Von Gramont (40) in Funken nach silberhaltigen Mineralien gesehen 9) Von Hartley (38) in Knallgas gesehen Daneben noch eine Linie 5515 0 10) An dieser Linie ist anomale Dispersion beobachtet (71) 11) Von de Watteville (59) in Flamme mit Pulverisator gesehen

	Kayser u Runge (36) Bogen	Huggins (8) Funke	Thalen (13) Funke	Eder u Valenta (46) Funke	Exner u Haschek (57) Funke	
	—	5412	5411 0	5412 62 1u		6)
	—	—	—	04 13 2U		
	—	5401	01.5	01 10 2U		6)
	5333 5 2r	—	—	—		
	29 93 4r	—	—	—		
	—	—	5299 0	—		6)
	5276.4 1r	—	—	—		{1) 2) 3) 4) 6) 10) 11)}
I N, II 4	09 25 10R	5207	08 7	5209 19 8		
	5123 85 1u		—	—		
	4993 2 1U		—	—		
	4868 46 2u		—	—		
	74 36 4r		4874 0	4874 42 2		2) 6)
	48 33 4U	Exner u Haschek (61) Bogen	—	—		
	4797 0 2U		—	—		
	4678 04 4u		—	4678 23 4u		
	—		—	78 04 2U		
	—		—	—	4673 9 1	
II N, I 4	68 70 8r	4668 68 3	4666 5	68 58 2	68 72 2	{1) 2) 4) 6) 11)}
	—	—	—	30 10 3	—	
	—	—	—	20 57 2	20 7 1	
	—	—	—	20 08 2	20 2 1	
	16 03 4U	—	—	16 0 1U	—	
	4556 13 4U	—	—	4556 09 2U	—	
	—	—	—	52 41 1U	—	
	—	—	—	19 39 1	—	
	—	—	—	09 84 1	—	7)
II N, II 4	4476 29 6r	4476 23 3	4475 0	4476 31 5	4476 23 2	{1) 2) 4) 6) 11)}
	—	—		47 08 2	48 4 2u	
	4396 49 2u	—		4396 30 1U	—	
	—	—		94 11 2	—	
	—	—		85.16 4	4355.21 1	7)
	7945 4u	4379 4 1u		—	—	

	Kayser u Runge (36) Bogen	Exner u Haschek (61) Bogen	Eder u Valenta (46) Funke	Exner u Haschek (57) Funke	Hartley u Adeney (29) Funke	
	3940 3 1u	—	—	—		
	—	—	—	3937 2 1u		7)
	—	—	3933 60 5	—		
	—	—	19 95 1	20 27 2		7)
	—	—	18 41 1U	—		
	14 47 2U	—	14 01 1U	14 4 2u		
	07 63 2U	—	07 76 2u	—		2)
	—	—	—	3877 4 1u		
	—	—	—	73 5 1u		
II N, II 5	3841 3 2r	—	3840 74 1	—		
	—	—	38 38 1u	—		
I N, I 6	10 6 2U	3810 85 2u	10 86 3u	10 7 1u		11)
	—	3766 50 1	—	3763 25 1u		
	—	—	—	40 3 1u		
	—	—	3714 37 1	14 30 1u		
II N, I 6	3710 1 1U	—	—	—		
	—	—	—	3694 85 1		
	—	—	—	90 9 1u		
	—	—	3683 40 2	83 49 5		
I N, II 6	3681 8 2v	3682 45 2u	82 49 1	82 64 1		{2) 11)}
	—	—	—	74 28 2		
	—	—	49 97 2u	—		
I N, I 7	24 0 1U	24 4 1u	—	—		
	—	—	16 20 1u	16 5 1u		
	—	—	—	12 73 1		
	—	—	3596 38 1	3596 31 1		
	—	—	80 77 1u	—		
	—	—	—	68 3 1		
	3557 3 1u	—	—	—		
	47 3 1u	—	—	47 3 1		2)
	42.67 4u	—	42.65 3	42.74 4	3541 3	
	—	—	—	15.6 1	—	

	—	—	63 46 2	—		—	—	13 44 1u	13 38 1	—
	—	—	58 14 1	—		05 43 1u	—	—	05 25 1	—
	11 28 4r	—	11 35 4u	11 25 3r	2) 7)	—	—	03 05 1	—	—
	—	—	4226 55 4	—		01 90 4u	3502 08 1	02 02 2	01 85 2	—
IN, I5	4212 1 8R	4213 2 1u	12 76 2	—	1) 2) 6) 11)	3499 65 1u	—	—	3499 8 1	—
	—	11 0 10	10 87 8	—		—	—	3495 57 1	95 45 1	—
	—	—	—	4129 95 1		—	—	75 89 3	75 99 2	—
	—	—	—	4096 70 2		—	3469 30 1	69 52 1	69 39 1	—
	—	—	4085 92 2	86 08 5	7)	—	—	68 0 1u	67 9 1	—
IN, II5	4055 44 6R	4055 42 50R	55 46 6	55 39 5R	2) 6) 11)	—	—	—	51 10 1	—
	—	—	46 45 2	—		—	—	—	45 63 1	—
	—	—	—	37 5 2u		—	—	37 45 1u	—	—
	—	—	—	36 98 1		—	—	29 59 2	29 6 1	—
	—	—	—	27 4 1u		—	—	25 56 1u	—	—
	—	—	—	22 7 1u		—	—	21 69 2u	21 8 1	—
	—	—	—	04 9 1u		—	—	19 43 1u	—	—
	—	—	3994 96 1	—		—	—	12 91 1u	—	—
	3991 9 1U	—	—	—		—	—	05 20 3u	05 25 1?	3404 2
	—	—	85 18 3	3985 86 5	7)	—	—	01 56 1u	—	—
IIN, I5	81 87 6r	3981 78 1	81 35 2	81 9 1		—	—	00 34 1u	—	—
	—	—	68 34 5	—		—	—	3397 56 2u	3397 65 1	3398 7
	—	—	61 27 2	—		—	—	94 05 1u	94 1 1	—
	—	—	—	51 3 1		—	—	92 56 1u	—	—
	—	—	—	49 60 2		—	—	—	89 95 1	—
	43 1 1u	—	—	43 0 1u		—	—	89 44 3	89 5 2u	—

1) Beobachtet von Lecoq (16) im Funken nach Nitratlösung Er giebt hier noch 5022 und 4997 und 4968, die von andern nicht beobachtet sind Später (47) giebt er an, 5022 sei eine Bande, diese und die beiden Linien treten nicht beim Nitrat auf, sondern beim Chlorid, wenn der Funke in CO_2 übergeht

2) Von Morse (60) im Wehneltunterbrecher gesehen Er erwähnt dabei noch als Funkenlinie des Ag 5709 0, als Bogenlinie 3583 0

3) Nach Perot und Fabry (51) ist die Wellenlänge, bezogen auf die Michelsonsche grüne Cd-Linie 5465 489 und 5209 081

4) Auf Zeeman-Effect untersucht (56) 6) Von Gramont (40) in Funken nach silberhaltigen Mineralien gesehen

7) Lockyer (66) führt als enhanced lines des Silbers zwei Linien 4515 0 und 4510 9 an, die sonst nicht beobachtet worden sind Er giebt hier auch 3938 7, deren Identität mit 3937 2 von Exner und Haschek wohl zweifelhaft ist

10) An dieser Linie ist anomale Dispersion beobachtet (71)

11) Von de Watteville (59) in Flamme mit Pulverisator gesehen

Kayser u Runge (36) Bogen	Exner u Haschek (61) Bogen	Eder u Valenta (45) Funke	Exner u Haschek (57) Funke	Hartley u Adeney (29) Funke	
—	—	3387 22 1	3387 23 1	—	
3383 00 10R	3383 02 300R	82 98 10	83 03 100R	3382 3	2) 4) 5) 6) 7) 11) 10)
—	—	76 28 1u	—	—	
—	—	73 59 1u	—	—	
—	—	—	72 65 1	—	
—	—	—	71 8 1	—	
—	—	67 04 2	67 03 1	—	
—	—	64 94 1u	65 05 1	—	
—	—	63 69 1u	—	—	
—	—	61 98 1	61 9 1	—	
—	—	61 18 1	61 20 1	—	
—	—	60 36 1	—	—	
—	—	58 79 1u	—	—	
—	—	56 90 1u	—	—	
—	—	54 41 2u	54 5 1?	—	
—	—	53 45 2u	53 4 1	—	
—	—	52 16 4	52 21 2	51 8 u	
—	—	—	49 45 1	—	
—	—	47 60 1	47 65 1	—	
—	—	44 78 2u	44 85 1	—	
—	—	43 28 2	43 34 1	—	
—	—	41 34 1	41 45 1	—	
—	—	39 30 2	39 35 1	—	
—	—	—	34 5 1	—	
—	—	33 76 2	33 82 1	—	
—	—	31 91 3	32 02 2	—	
—	—	30 69 1	30 77 1?	—	
—	—	29 84 1	29 15 1	—	
27 82 1u	—	—	—	—	
—	—	25 90 1	26 05 1	—	
—	—	22 93 1	23 0 1	—	
—	—	21 81 2	21 90 1?	—	

Kayser u Runge (36) Bogen	Exner u Haschek (61) Bogen	Eder u Valenta (46) Funke	Exner u Haschek (57) Funke	Hartley u Adeney (29) Funke
—	—	3259 80 1u	—	3260 2 u
—	—	58 50 1	3258 7 1	—
—	—	57 36 1	57 5 1	—
—	—	56 47 1	56 7 1	—
—	—	54 88 1u	—	—
—	—	53 80 2	54 0 1	—
—	—	52 65 5	52 92 2	51 8 u
—	—	51 05 1	51 4 1	—
—	—	49 78 1	50 05 1	—
—	—	49 14 2	49 3 1	—
—	—	47 12 3	47 37 1	—
—	—	—	46 0 1	—
—	—	—	—	—
—	—	44 77 4	45 10 4	43 8
—	—	41 06 2d?	41 38 1	—
—	—	40 83 2d?	40 95 1	—
—	—	37 52 1	—	—
—	—	33 69 1	—	—
3232 94 4u	—	33 07 3	33 25 1	31 8 u
—	—	31 24 2	31 5 1	—
—	—	29 90 3	30 15 1	28 6 u
—	—	28 88 1	29 15 1	—
—	—	24 87 1	25 20 1	—
—	—	23 37 3	23 63 3	22 3 u
—	—	21 46 1	21 6 1	—
—	—	—	18 85 1	—
—	—	17 86 1	18 2 1	—
—	—	16 65 4	16 85 2	16 0 u
—	—	—	15 65 1	—
—	—	11 86 1u	—	—
—	—	09 92 2	10 2 1	—
—	—	08 16 2	08 38 1	08 1 u

—	—	18 26 2	18 35 1	—		—	—	07 44 2	07 50 1	—
—	—	16 73 2	16 45 1	—		—	—	03 63 1	03 83 1	—
—	—	15 54 1 u	15 5 1?	—		—	—	—	02 00 2	—
—	—	13 75 1 u	—	—		—	—	00 80 3	—	3198 8 u
—	—	12 65 4	12 82 2	11 6		—	—	00 01 1	00 18 1	—
—	—	08 58 2	08 70 1	—		—	—	—	3198 35 1	—
—	—	07 31 2	07 35 1	06 1		—	—	3193 34 1	93 7 1	—
05 77 2 u	—	05 32 1 u	—	—		—	—	91 80 2	92 0 1	90 6 u
—	—	04 75 1 u	04 7 1	—		—	—	87 75 2	87 95 1	—
—	—	04 14 1 u	04 2 1	—		—	—	—	86 1 1	—
—	—	01 61 5	01 70 3	00 6		—	—	85 08 2	85 25 1	83 7 u
—	—	3299 51 4	3299 60 2	3299 0		—	—	84 15 1	84 3 1 u	—
—	—	—	99 0 1	—		—	—	81 50 2	—	—
—	—	97 74 2	97 87 1	—		—	—	80 69 2	80 85 3	79 2 u
—	—	95 60 2	95 70 1	—		—	—	79 28 2	—	—
—	—	94 40 2	94 43 1	—		—	—	—	77 8 1	—
—	—	93 22 3 u	93 18 1	92 3 u		—	—	76 22 2 U	76 55 1	74 3 u
—	—	—	92 6 1	—		—	—	—	74 3 1 u	—
—	—	89 26 3	89 30 2	88 6 u		—	—	73 52 1	73 77 1	—
—	—	88 0 1	88 1 1	—		—	—	72 22 1	72 35 1	—
—	—	—	86 9 1	—		3170 66 4 u	—	—	—	—
—	—	—	86 08 1	—		—	—	58 73 1	—	—
3280 80 10 R	3280 84 500 R	80 80 10	80 81 100 R	80 1	[2] [4] [5] [6] [7] [11] [10]	—	—	53 09 2	53 30 2	—
—	—	—	76 20 1	—		—	—	49 92 1	50 0 1	—
—	—	74 40 3	—	72 8 u		—	—	42 82 1 u	—	—
—	—	72 16 1 u	—	—		—	—	42 08 1	42 2 1	—
—	—	70 05 1 u	70 3 1 u	—		—	—	—	30 8 1 u	34 9
—	—	—	69 95 1	—		30 09 6 u	3130 1 1 u	30 10 2 u	30 1 1 u	29 2
—	—	68 43 1	68 6 1	—		—	—	29 19 1	—	—
—	—	67 40 1	67 50 1	—		—	—	23 97 1	24 15 1	—
—	—	66 0 1	—	—		—	—	17 82 1	18 05 1	—
—	—	64 20 2	64 37 1	65 2 u		—	—	16 93 1	—	—
—	—	62 75 1	62 9 1	—		—	—	15 65 1	15 8 1 u	—

2) Von Morse im Wehneltunterbrecher gesehen 4) Auf Zeeman-Effect untersucht (56) 5) Von Hartley (31) im Funken nach Losung gesehen 6) Auf Druckverschiebung von Humphreys (48) untersucht 7) Die raies ultimes nach Gramont (65) 10) An dieser Linie ist anomale Dispersion beobachtet (71) 11) Von de Watteville (59) in Flamme mit Pulverisator gesehen

Kayser u Runge (36) Bogen	Exner u Haschek (61) Bogen	Eder u Valenta (46) Funke	Exner u Haschek (57) Funke	Hartley u Adeney (29) Funke
—	—	—	3114 8 1 u	—
—	—	3113 10 1	—	—
—	—	02 74 1	02 96 1	—
3099 19 2	3099 21 1	—	3099 24 1	—
—	—	3098 10 1	—	—
—	—	96 50 1	96 7 1 u	—
—	—	86 42 2	—	—
—	—	82 95 2	—	—
—	—	81 53 1	—	—
—	—	80 92 1	81 1 1	—
—	—	72 76 1 u	—	—
—	—	64 69 1	—	—
—	—	52 71 1 u	—	—
—	—	47 04 1	—	—
—	—	37 82 1 u	—	—
—	—	36 03 1 u	—	—
—	—	35 29 1 u	—	—
—	—	31 75 1 u	—	—
—	—	30 51 1 u	—	—
—	—	—	28 45 1	—
—	—	12 85 1	13 06 1	—
—	—	11.89 1	—	—
—	—	00 67 1 u	—	—
—	—	2999 67 1	—	—
—	—	99 13 1	—	—
—	—	—	2991 75 1	—
—	—	86 20 1	86 5 1	—
—	—	—	83 65 1	—
—	—	82 16 1	—	—
—	—	—	57 6 1	—
—	—	43 93 1 u	43 75 1	—
—	—	42 06 1 u	—	—

Kayser u Runge (36) Bogen	Exner u Haschek (61) Bogen	Eder u Valenta (46) Funke	Exner u Haschek (57) Funke	Hartley u Adeney (29) Funke	
—	—	2749 4 4	—	—	
—	—	46 9 3 u	—	—	
—	—	46 6 3 u	—	—	
—	—	44 06 4	2744 02 6	2742 9	
—	—	43 3 2	—	—	
—	—	40 0 4	—	—	
—	—	37 2 1 u	—	—	
—	—	27 5 2	—	—	
2721 84 4	2721 85 2	21 84 3	21 86 3	20 6	
—	—	19 1 1	—	—	
—	—	—	17 38 1	—	
—	—	16 3 1	16 27 1	—	
—	—	14 5 1	—	—	
—	—	11 94 8	12 17 30 1	11 3	5)
—	—	11 34 2	11 31 8	—	
—	—	—	08 53 1	—	
—	—	2688 40 1 u	2688 49 2	—	
—	—	84 8 1	84 97 1	—	
—	—	81 43 5	81 48 15	2680 5	
—	—	—	76 75 1	—	
—	—	66 4 1 Cu?	—	—	
—	—	64 6 1 u	—	—	
—	—	60 52 8	60 59 20	59 6	5) 8)
—	—	—	57 88 1	—	
—	—	57 0 4 u	56 94 10	56 2	
—	—	—	43 67 1	—	
—	—	—	37 98 1	—	
—	—	—	37 63 1	—	
—	—	31.3 1	—	—	
—	—	28 62 1	28 70 4	27 3	
—	—	25 75 3	25 80 3	25 2	
—	—	21 6 1	—	—	

2938 42	6 u	—		38 53	3 u	38 66	6	2937 4	
—		—		34 23	4 u	34 35	20	33 5	5)
—		—		29 33	5	29 48	10	28 2	5)
—		—		20 0	3	20 18	5	19 1	
—		—		—		17 05	1	—	
—		—		02 08	4	02 20	10	01 6	
—		—		—		2896 61	10	2895 6	
—		—		2886 44	5	—		—	
—		—		83 99	2 u	—		—	
—		—		—		82 3	1	—	
—		—		78 88	1 u	78 90	1	—	
—		—		—		78 06	1	—	
—		—		73 65	5	73 73	10	72 7	5)
—		—		—		70 85	1	—	
—		—		—		62 3	1	—	
—		—		—		57 4	1	—	
—		—		53 0	1 u	52 7	1	—	
—		—		—		49 6	1	—	
—		—		—		44 1	1	—	
—		—		—		37 87	1	—	
—		—		—		34 52	1	—	
—		—		28 74	1 U	29 3	1	—	
—		—		—		27 3	1	—	
2824 50	8 u	2824 5	2 u	24 06	2 U	23 97	1	—	
—		—		—		21 2	1	—	
—		—		15 50	5	15 68	10	14 5	
—		—		02 76	1	—		—	
—		—		01 69	1 U	—		—	
—		—		2799 63	5	2799 80	20	2798 9	
—		—		95 60	4	—		—	
—		—		86 53	2 u	86 60	2	—	
—		—		67 60	8	67 64	50	66 4	5)
—		—		56 46	4	56 58	20	55 5	
—		—		53 3	2	—		—	

—		—		—		20 90	1	—	
—		—		—		19 72	1	—	
—		—		17 8	2	17 21	1	—	
—		—		14 55	6	14 65	10	13 7	
—		—		13 8	2	—		—	
—		—		12 0	2	—		—	
—		—		07 0	2	—		—	
—		—		06 20	6	06 23	10	05 4	
—		—		—		02 27	1	—	
—		—		2599 26	3	—		2598 2	
—		—		98 79	2	2598 6	1	—	
—		—		95 60	1	95 76	3	94 7	
—		—		92 6	1	—		—	
—		—		91 4	1	—		—	
—		—		85 8	2	86 30	1	—	
—		—		84 2	2 u	84 30	1	—	
2575 70	6 u	—		80 66	8	80 86	20	79 9	
—		—		75 5	1 u	75 8	1 u	—	
—		—		67 0	2	67 28	2	65 8 u	
—		—		64 34	3	64 50	5	63 2 u	
—		—		63 5	1	—		—	
—		—		62 83	2	63 02	5	61 5	
—		—		62 6	1	62 64	1	—	
—		—		—		57 6	1 u	—	
—		—		56 8	4	—		—	
—		—		53 30	2	53 52	2	52 0	
—		—		38 8	1	39 47	1	—	
—		—		—		37 92	1	—	
—		—		36 7	2	—		—	
—		—		35 50	6	35 39	10	34 5	8)
—		—		34 5	1	—		—	
—		—		33 8	2	32 8	1	—	
—		—		29 7	1	30 6	1	—	
—		—		26 3	1	—		—	

5) Von Hartley (31) in Funken nach Losung gesehen

8) Diese Linien werden nach Neculcea (64) durch Selbstinduction geschwacht

Kayser u Runge (36) Bogen	Exner u Haschek (61) Bogen	Eder u Valenta (46) Funke	Exner u Haschek (57) Funke	Hartley u Adeney (29) Funke	
—	—	2525 5 1	—	—	
—	—	23 1 1	—	—	
—	—	—	2521 28 1	—	
—	—	16 2 1	—	—	
—	—	14 4 1	—	—	
—	—	11 9 1	—	—	
—	—	—	09 23 1	—	
—	—	—	07 39 2	—	
—	—	06 74 9	06 72 10	2506 0	5) 8)
—	—	04 7 1	04 87 1	—	
—	—	04 1 3	04 20 6	03 6	
—	—	02 3 1 u	—	—	
—	—	2498 9 1	—	—	
—	—	93 2 2	—	—	
—	—	90 7 1	—	—	
—	—	89 9 1	—	—	
—	—	88 2 1	—	—	
—	—	86 6 2	2486 73 2	2486 4	
—	—	85.8 3	85.87 4	85 4	
—	—	84 3 1 u	—	—	
—	—	83 4 1	—	—	
—	—	80 55 5	80 50 10	79 9	
—	—	78.6 1	79 40 1	—	
—	—	77 36 6	77 34 15	76 8	
—	—	—	76 83 1	—	
—	—	—	76 30 1	—	
—	—	73 93 8	73 92 20	73 3 v	5) 8)
—	—	72 5 1 u	73 00 3	—	
—	—	—	71 44 1	—	
—	—	69 7 2	69 67 3	69 0	
—	—	66 8 1	66 47 1	—	
—	—	—	64 05 1	—	

Kayser u Runge (36) Bogen	Exner u Haschek (61) Bogen	Eder u, Valenta (46) Funke	Exner u Haschek (57) Funke	Hartley u Adeney (29) Funke	
—	—	2395 64 5	2395 76 3	2395 7	
—	—	92 94 2 u	93 06 2	93 3	
—	—	90 56 5	90 66 5	90 8	
—	—	87 0 2	86 91 2	86 7	
—	—	86 6 2	86 40 2	86 2	
—	—	83.3 4	83 25 2	83 6	
—	—	82 2 3	—	—	
—	—	80 9 1	80 2 1	—	
—	—	79 4 1	79 8 1	—	
2375 1 10 U	2374 75 2 u	75 3 2	75 0 2 u	75 5 u Bande	
—	73 20 1	73 8 1	73 79 2	—	
—	—	68 7 1	—	—	
—	—	65 8 3	65 77 2	65 8	
—	—	64 9 2	—	64 3	
—	—	64 1 4	64 09 5	—	
—	—	62 3 4	62 28 4	62 3	
—	—	60.4 1 u	—	—	
—	—	58 86 6	58 95 6 1	59 2	5)
—	—	57 94 8	58 00 8	58 1	5) 8)
—	—	56 8 1 u	—	—	
—	—	48 3 2	—	—	
—	—	43 8 1	43 85 1	—	
—	—	43 5 3	—	43 7	
—	—	41 8 2	42 00 2	42 1	
—	—	40 7 1 u	—	—	
—	—	39 1 2	39 25 2	39 2	
—	—	37 9 1	—	—	
—	—	—	33 80 1	—	
—	—	32 9 1	—	—	
—	—	31 9 2	32 37 2	32 5	
2331 41 4	—	31 34 8	31.48 10	31,7 1	5) 5)
—	—	—	29 2 1	—	

—		—		62 25	5	62 34	10	62 2			—		—		27 4	1	—		—		
—		—		61 4	2	61 36	1	—			—		—		25 0	4	25 20	6	25 8	v	5) 8)
—		—		60 4	4	60 40	10	59 8			24 73	4	—		24 69	8	24 76	6	25 3		8)
—		—		58 9	2	—		—			—		—		21 6	2	21 64	2	22 3	v	
—		—		—		57 72	1	—			20 31	4	—		20 24	8	20 37	10	20 6		5) 8)
—		—		53 36	7	53 39	20	53 0			—		—		19 2	1 u	—		19 5		
—		—		—		50 49	1	—			—		—		18 6	1	18 60	2	—		
2447 94	2	—		47 94	8	48 01	20	47 4		5) 8)	2317 10	4	—		17 03	8	17 13	8	17 4		5) 8)
—		—		46 45	5	46 42	5	45 7			—		—		16 1	1 u	—		—		
—		—		45 6	2	45 64	1	—			—		—		—		15 40	1	—		
—		—		44 3	5	44 30	8	43 9			—		—		—		14 8	1 u	—		
—		—		39 6	1 u	—		—			12 5	8 U	—		—		12 5	1 u	—		
37 84	4	2437.83	1	37 84	10	37 89	30	37 3		5) 8)	09 74	10 R	2309 61	3	09 7	4 u	09 7	3	10 1		
—		—		36 5	1 u	36 70	2	—			—				2296 8	2	—		2296 8		
—		—		34 7	1	—		—			—				96 1	2	2296 15	2	—		
—		—		33 6	1	—		—			—				91 0	1	91 17	1	—		
—		—		32 3	1	—		—			—				86 5	3	86 57	2	86 7		
—		—		30 25	2	—		—			—				82 5	2	82 74	1	—		
—		—		29 6	7	29 73	20	29 8		5) 8)	—				80 0	8	80 10	4	80 7	v	5) 8)
—		—		28 3	5	28 29	3	28 8			—				78 9	4	—		77 8	2	
—		—		24 2	1	—		—			—				77 4	2	77 50	2	—		
—		—		22 4	3	22 70	2	22 8			—				75 4	5	75 39	2	75 3	2	
—		—		20 10	8	20 19	10	19 9		5)	—				—		74 23	1	—		
—		—		15 43	2	14 91	1	14 5			—				73 3	2	73 37	1	—		
13 26	4	—		13 20	10	13 31	20	13 3	v	5) 8)	—				57 3	1	57 48	1	—		
—		—		11 37	8	11 49	15	11 3	v	5) 8)	—				53 5	4	53 52	2	54 1	4	
—		—		10 6	1	—		—			—				50 2	1	50 33	1	—		
—		—		10.2	4	10 20	2	09 3			2248 79	4			48 80	6	48 81	2	49 9	v	5) 8)
—		—		09 0	2 u	09 09	1	—			46 46	4			46 46	5	46 50	4	47 6	v	5) 8)
—		—		06 6	1	—		06 4							43 5	2 u	43 6	1 u	—		
—		—		05 0	4	05 08	3 1	04 5							41.9	1	41 87	1	—		
—		—		02 6	3	02 68	3	—							41 4	2	41 42	1	—		
—		—		2399 3	1	—		—							40 5	2 u	40 50	2	—		
—		—		—		2397 74	1	—							38 5	2	38 47	2	—		

5) Von Hartley (21) in Funken nach Lösung gesehen. Bei 0 001 % Ag in Lösung ist noch sichtbar 2413. 8) Diese Linien werden nach Néculcea (64) durch Selbstinduction geschwächt.

Eder u Valenta (46) Funke	Exner u Haschek (57) Funke	Hartley u Adeney (29) Funke
—	2233 80 1	—
2229 6 5	29 65 3	2230 6 v[8])
28 7 3	—	—
26 2 3	26 25 2	—
23 2 1	23 15 1	—
20 9 1u	—	—
19 7 1	19 75 2	—
—	18 93 1	—
11 3 3	11 25 2	—
08 6 3	08 58 2	—
06 2 3	06 02 2	2206 0
04 7 1u	04 50 1	—
03 7 2	03 71 1	—
02 3 3u	02 18 2	02 0
—	2197 27 1	—
—	96 33 1	—
2192 1 1u	91 97 1	—
87 0 3	86 88 2	2186 0 v
73 6 1u	73 64 1	—
71 9 1u	71 85 1	—
71 0 1u	71 05 1u	—
69 6 1u	69 73 1	—
66 6 4	66 65 2	65 8
—	66 13 1	—

Eder u Valenta (46) Funke	Exner u Haschek (57) Funke	Hartley u Adeney (29) Funke
2162 1 2	2162 03 2	2161 3
49 3 1	49 38 1	—
45 71 3Cu?	45 75 2	45 4 v
44 9 1	—	—
29 3 1	29 17 1	—
25 5 1u	25 54 1	—
—	21 02 1	—
20 5 4	20 51 2	19 0 u
13 9 3	13 90 2	12 0 u
06 7 2	06 77 1	
2084 3 1u		
81 5 1u		
75 9 1u		
66 2 4		
56 9 1		
53 9 1u		
53 2 1u		
33 1 2u		
16 1 2		
00 6 2		
1999 6 2Cu?		
93 5 1		
75 2 1		

8) Diese Linien werden nach Néculcéa (64) durch Selbstinduction geschwächt

für die ultravioletten nur die Kante, die hier als Linie erscheint (Die Photographie zeigt nur die sichtbaren Banden)

In der zweiten Abhandlung [52] sagt Hartley, die Banden seien offenbar von zweierlei Art Die im sichtbaren Spectrum seien „flutings“ (cannelirte Banden), deren Auflösung in Linien ihm bisher nicht gelungen sei; die im Ultraviolett seien Gruppen deutlicher Linien — Die schöne Photographie zeigt indessen deutlich, dass es sich auch hier um nicht aufgelöste cannelirte Banden handelt. Für einige ihrer Kanten werden Messungen veröffentlicht, es sind ganz andere Bänder, als in der ersten und dritten Abhandlung gegeben werden

Auch die dritte Abhandlung [69] enthält eine Photographie, auf welcher man indessen nur Spuren der sichtbaren Banden sieht Hier [p 116] sagt Hartley, die sichtbaren Banden zwischen 4700 und 4300 seien diffus, nach beiden Seiten abschattirt, die ultravioletten Banden seien aus feinen Linien (Kanten?) zusammengesetzt, die in den beiden Kanten bei 3383 und 3280 auslaufen.

Wenn man die drei Angaben vergleicht, wird man sagen müssen, dass das Bandenspectrum des Silbers noch unbekannt ist Es lässt sich daher auch

nicht entscheiden, ob das Band, welches Basquin [54] im Silberbogen, der in Wasserstoff brennt, findet, und welches eine Bande mit etwa 50 Linien enthält, die von 3333.86 beginnend nach Roth verlaufen, etwa mit der Hartleyschen Bande, die in [53] angegeben ist, identisch ist. Basquin scheint anzunehmen, dass sein Band einer Verbindung von Ag + H angehöre, während Hartley (siehe namentlich [69]) seine Banden dem Silber selbst zuschreibt. Wenn die Banden wirklich so verschiedener Art sind, wie Hartley angiebt, scheint es sehr unwahrscheinlich, dass sie alle denselben Ursprung haben.

Duffield und Rossi [70] erhalten zunächst auf einigen Platten Banden von 5749 bis 5373, für welche sie fremden Ursprung zwar nicht nachweisen können, deren Zugehörigkeit zu Ag ihnen aber doch zweifelhaft scheint. Ihre Wellenlängen sollen gesondert angeführt werden. Dann folgt von 5050 bis 4099 das Hauptspectrum, in welchem theils Kanten (in Tabelle mit K bezeichnet), teils unscharfe Linien (mit L bezeichnet), zum Theil auch wohl Mitten von Banden (mit M bezeichnet) angegeben sind. Die „unscharfen Linien“ sind zum grossen Theil in so regelmässigen Abständen gelagert, dass kaum ein Zweifel bestehen kann, dass es sich um Banden handelt. Wenn die Intensität einer Bande von der Kante aus sehr schnell abfällt und die Bande nicht in Linien aufgelöst ist, machen die Kanten leicht den Eindruck unscharfer Linien. Ob diese „Linien“ in ein System mit den „Kanten“ gehören, bleibt unklar, am wahrscheinlichsten ist, dass auch bei Duffield und Rossi zwei Arten von Banden über einander liegen, wodurch das unklare Bild entsteht. Die deutlichen Banden sind nach Roth abschattirt, ganz wie bei Hartley, überhaupt bleibt kein Zweifel, dass es sich im Wesentlichen um dasselbe Spectrum handelt, wenn auch die Differenzen sehr gross sind, namentlich, wenn man bedenkt, dass die Banden nach Roth abschattirt sind, dass also besonders die kurzwelligen Enden, die Kanten, übereinstimmen müssten.

Zweifelhafte Banden von Duffield und Rossi.

5749.6	5668.7	5597.3	5510.4	5433.7
5732.4	5650.8	5571.9	5495.3	5416.3
5716.9	5636.8	5556.3	5478.5	5402.1
5699.7	5616.7	5540.9	5464.5	5387.1
5683.9	5604.0	5524.7	5417.2	5373.0

Duffield u. Rossi (70)		Hartley (38)	Hartley (69)	Lecoq (16)
5050.57 L	8	—	—	504
28.89 L	5	—	—	—
22.58 L	15	—	—	—
4996.14 L	20	—	—	—
70.01 L	10	—	—	496
4819.9 K	1	—	—	—

Duffield u. Rossi (70)		Hartley (38)	Hartley (69)	Lecoq (16)
4700.7 L	2	4696.0	4699	—
4688.8	2	—	—	—
68.9 M	5	—	—	—
63.0 L	5	—	—	—
57.2 L	3	—	—	—
50.8 L	1	4650.8	—	—
43.5 L	2	—	4643	—

Duffield u Rossi (70)		Hartley (38)	Hartley (69)	Lecoq (16)
4637 6L	3	—	—	—
33 1L	1	—	—	—
28 1L	1	—	—	—
19 3M	3	4616 5	—	4622 M
13 6L	6	—	—	—
07 8L	6	—	—	—
00 8L	6	—	4600	—
4594 9L	5	4591 0	4594	—
88 6L	3	—	—	—
83 0L	2	—	—	—
70 8L	3	—	4574	—
64 5M	6	4563 4	—	4570 M
56 6L	5	—	—	—
50 1L	5	—	—	—
43 1L	3	—	4542	—
37 2L	1	4533 4	—	—
20 0M	3	4519 0	4523	4518 M
12 7L	6	—	—	—
05 1L	5	—	—	—
4498 7L	4	4490 9	4493	—
69 1M	4	4470 9	4476	4475 M
61 5L	4	—	—	—
53 4L	3	4449 8	—	—
45 9M	1	—	4443	—
32 8L	3	—	4438	4434 M
23 8K	4	4424 8	4418	—
09 1L	3	4408 6	4407	—
03 5L	3	4396 2	—	—
4387 5K	5	—	4379	4396 M
68 3L	2	4373 5	4369	
58 8M	3	4360 7	—	
52 2L	3	—	—	
44 5L	3	4347 0	4346	
36 5L	3	4330 9	4342	
22 2K	5	—	4318	
—		4300 5	4305	
4294 9K	4	4294 7	4303	
—		4283 2	—	
73 9K	1	4373 9	—	
66 6K	3	—	—	
58 7L	3	4258 0	—	
48 0L	3	4244 9	—	
39 5L	3	4238 2	—	
29 8L	3	4231 0	—	
21 4L	3	—	—	
12 2L	2	—	—	
04 4L	2	—	—	
4194 3L	2	—	—	

Duffield u Rossi (70)		Hartley (38)	Hartley (69)	Hartley (53)
4186 0L	2	—	—	—
77 4L	2	4176 4	—	—
69 0L	2	—	—	—
60 5L	2	56 4	—	—
52 6L	2	—	—	—
45 6L	2	47 4	—	—
37 1L	1	—	—	—
29.3L	1	—	—	—
20 8L	1	—	—	—
14 1L	1	—	—	—
07.1L	1	—	—	—
4099 5L	1	—	—	—
		—	—	3637
		—	—	3584
		—	—	3546
		—	—	3519
		3453 0	—	—
		50 7	—	—
		48 0	—	—
		46 7 [1]	—	—
		45 1	—	—
		41 1	—	—
		36 5	—	—
		32 3	—	—
		31 8	—	—
		21 8	—	—
		18 5	—	—
		18 1	—	—
		15 1 [2]	—	—
		10 5	—	—
		07 0	3406 7	—
		03 2	—	—
		01 0	01	—
		3397 8	3398	—
		95 0	95	—
		92 5	93	—
		89 4		—
		86 2		—
		83 5		—
		81 7		—
		78 4		—
		74 7 [3]		—
		71 1		—
		66 3		—
		62 2		—
		59 5		—
		58 2		3358
		57 7		—

1) Nach Hartley Eine starke Gruppe von 8 schmalen Silberlinien, die mit abnehmender Wellenlange starker werden und enger zusammenrucken 2) Ebenso gebaute Gruppe von 10 Linien 3) Gruppe von 19 Linien, die mit abnehmender Wellenlange schwacher werden

Hartley (38)	Hartley (53)
3354 8	
50 0	
47 2	
47 0	3330
41 6	
3336 6	
33 8	
31 7	
30 4 [4]	
28 4	
27 4	
3319 9	
15 3	
09 2	
05 5	
3297 3 [5]	
93 5	
89 2	
85 5	
82 1	
76 4	

4) Gruppe von 6 Linien, äusserst schwach
5) Gruppe von 9 Kanten, die nach Roth abschattirt sind

ALUMINIUM (Al = 27 1).

Literatur

[1] A Masson, Etudes de photométrie electrique Ann chim et phys (3) **45** p 385—454 (1855) Funke.

[2] G Kirchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und die Spectra der chemischen Elemente Abhandl Berlin Akad 1861 p 63—95, 1863 p 227—240 Funke

[3] G G Stokes, On the long spectrum of the electric light Phil Trans **152, II** p 599—619 (1862), Pogg Ann **123** p 30—48, 472—489 (1864) Funke, Ultraviolett

[4] W A Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark Phil Trans **152, II** p 861—887 (1862) Funke, Photographie

[5] Fr. Brasack, Spectralanalytische Untersuchungen Abhandl Naturf Ges Halle, **9,1** p 1—16 (1864) Empfindlichkeit

[6] R Thalen, Om spectralanalys Upsala Univers årsskr 1866 Funke, Bandenspectrum

[7] R Thalen, Memoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies metalliques. Nova acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868) Funke

[8] A Wullner, Ueber die Spectra einiger Gase in Geisslerschen Rohren Pogg Ann. **135** p 497—527 (1868) Festschr der Niederrhein Ges Bonn 1868 Bandenspectrum

[9] A Cornu, Sur le renversement des raies spectrales des vapeurs metalliques C R. **73** p 332—337 (1871) Selbstumkehr

[10] A Wullner, Des transformations que subissent les spectres des gaz incandescents avec la pression et la température Arch sc phys et nat (2) **40** p 305—310 (1871)

[11] Lecoq de Boisbaudran, Sur le spectre de l'acide borique Sur quelques particularites observées dans les recherches d'analyse spectrale C R **76** p. 833—835 (1873) Intensität im Bandenspectrum

[12] J. N Lockyer, Researches in spectrum-analysis in connexion with the spectrum of the sun No I Phil Trans **163** p 253—275 (1873) Funke nach Chlorid

[13] J. N Lockyer, Researches in spectrum-analysis in connexion with the spectrum of the sun No II Phil Trans **163** p 639—658 (1873) Funke Banden

[14] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux Paris 1874 Funke

[15] A J Ångström et R Thalén, Recherches sur les spectres des metalloides Nova acta reg soc sc Upsal (3) **9** (1875) Banden

[16] J N Lockyer and W Chandler Roberts, On the absorption-spectra of metals volatilized by the oxyhydrogen flame Proc Roy Soc **23** p 344—349 (1875) Absorption durch Metalldampfe

[17] H W Vogel, Ueber die Absorptionsspectren einiger Salze der Metalle der Eisengruppe und ihre Anwendung in der Analyse Ber chem Ges **8** p 1533—1540 (1875) Analyse.

[18] H W Vogel, Ueber eine empfindliche spectralanalytische Reaction auf Thonerde und Magnesia Ber chem Ges **9** p 1641—1646 (1876) Analyse durch Farblacke

[19] F von Lepel, Beitrag zur Kenntniss der spectralanalytischen Reaction auf Magnesiasalze Ber chem Ges **9** p 1845—1849 (1876) Wie Voriges

[20] H W Vogel, Ueber die Purpurin-Thonerde-Magnesia-Reaction Ber chem Ges. **10** p 157—159 (1877) Wie Voriges

[21] Rand Capron, Photographed spectra London 1877 Photographie von Funke und Bogen

[22] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours Proc. Roy Soc **28** p 367—372, 471—475 (1879) Umkehrung

[23] J Parry and A E Tucker, On the application of the spectroscope to the analysis of iron and steel Engineering **27** p 127—128, 429—430, **28** p 141—142 (1879) Funke

[24] G Ciamician, Spectroscopische Untersuchungen Wien Ber **82,** II p 425—457 (1880) Banden

[25] J L Schonn, Ueber ultraviolette Strahlen Wiedem Ann **9** p 483—492 (1880) Ultraviolett

[26] W Spottiswoode, On some of the effects produced by an induction coil with a de Meritens magneto-electric machine Proc Roy Soc **30** p 173—178 (1880) Funke

[27] J Dewar, Note on electrolytic experiments Proc Roy Soc **30** p 170—172 (1880) Funke

[28] A Cornu, Determination des longueurs d'onde des radiations très refrangibles du magnesium, du cadmium, du zinc et de l'aluminium J de phys **10** p 425—431 (1881) Ultraviolette Linien

[29] G D Liveing and J. Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours Proc Roy Soc **32** p 402—405 (1881). Umkehrung

[30] W N Hartley, Photographs of the spark spectra of twenty-one elementary substances (1881) Trans Roy Dublin Soc (2) **1** p 231—238 (1883), J chem soc **41** p 84—90 (1882) Funke

[31] J Dewar, Spectroscopic investigation. Proc Roy Instit **9** p 204—220 (1882) Umkehrung

[32] G D Liveing, The ultra-violet spectra of the elements. Proc Roy Instit **10** p 245—252 (1883) Ultraviolett

[33] G D Liveing and J Dewar, On the ultra-violet spectra of the elements Phil Trans **174,** I p 187—222 (1883) Ultraviolett

[34] H Becquerel, Spectres d'emission infra-rouges des vapeurs metalliques C R **97** p 71—74 (1883) Ultrarothe Linien

[35] H Becquerel, Spectres d'emission infra-rouges des vapeurs metalliques C R **99** p 374—376 (1884) Dasselbe

[36] W N Hartley, Researches on spectrum photography in relation to new methods of quantitative chemical analysis Phil Trans **175, I** p 49—62 (1884) Funke nach Lösung.

[37] W. N Hartley, Researches on spectrum photography in relation to new methods of quantitative chemical analysis Phil Trans. **175,** II p 325—342 (1884) Funke nach Losung

[38] W. N Hartley and W E Adeney, Measurements of the wave-lengths of lines of high refrangibility in the spectra of elementary substances Phil Trans **175,** I p 63—137 (1884) Funkenspectrum

[39] A Cornu, Sur les raies spectrales spontanement renversables et l'analogie de leurs lois de repartition et d'intensite avec celles des raies de l'hydrogene C R **100** p 1181—1188 (1885), J de phys (2) **5** p 93—100 (1886) Ultraviolett, Gesetzmassigkeit

[40] H Deslandres, Spectres des bandes ultra-violets avec une faible dispersion Ann chim et phys (6) **15** p. 5—86 (1888) Einige Linien

[40 a] J S Ames, On relations between the lines of various spectra, with special reference tho those of cadmium and zinc, and a redetermination of their wave-lengths Phil Mag (5) **30** p 33—48 (1890) Ultraviolette Linien

[41] B Hasselberg, Zur Spectroscopie der Verbindungen Spectrum der Thonerde. Kgl Svenska Vet Akad Handl **24** Nr 15 (1891), Astrophys J **11** p 793—799 (1892) Banden.

[42] F Mc Clean, Comparative photographic spectra of the sun and the metals Monthly Not astr soc **52** p 22—23 (1891) Mit Atlas Funke

[43] H Kayser und C Runge, Ueber die Spectren der Elemente Abhandl Berl Akad. 1892, Wiedem Ann **48** p 126—149 (1893) Bogenspectrum, Gesetzmassigkeit

[44] W N Hartley, Flame spectra at high temperatures I Oxy hydrogen blowpipe spectra Proc Roy Soc **54** p 5—7 (1893), Phil Trans **185 A** p 161—212 (1894) In Knallgasflamme

[45] J M Eder, Beitrage zur Spectralanalyse Denkschr Wien Akad **60** p 1—24 1903), Beitrage zur Photochemie p 44 - 56 Funke

[46] C Runge, Die Wellenlangen der ultravioletten Aluminiumlinien Wiedem Ann **55** p 44—48 (1895) Kurzeste Wellenlangen

[47] V Schumann, Zur Photographie der Lichtstrahlen kleinster Wellenlange Wiener Anzeiger 1895 p 24—30, Chem News **71** p 118 (1895) Kurzeste Wellenlangen

[48] E Demarçay, Spectres electriques Paris 1895 Funke nach Losung

[49] H A Rowland, Preliminary table of solar spectrum wave-lengths Chicago 1896—1898

[50] Fr Exner u E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **106**, IIa p 54—68 (1897) Funke

[51] G A Hemsalech, On some new lines in the spark spectrum of aluminium Phil Mag (5) **44** p. 289—291 (1897) Funkenspectrum

[52] W J Humphreys, Changes in the wave frequencies of the lines of emission Astrophys J **6** p 169—232 (1897) Druckverschiebung

[53] A de Gramont, Analyse spectrale de quelques mineraux non conducteurs par les sels fondus et réactions des elements C R **126** p 1513—1515 (1898), C R **127** p 866—868 (1898) Funke

[54] A de Gramont, Analyse spectrale des mineraux non conducteurs par les sels fondus Bull soc franç de Mineral (1898) Funke

[55] F Braun, Ueber Lichtemission an einigen Electroden in Electrolyten Wiedem Ann **65** p 361—364 (1898) Leuchten bei Electrolyse

[55a] A Schuster and G Hemsalech, The constitution of the electric spark Phil Trans **193 A** p 189-213 (1899) Geschwindigkeit der leuchtenden Theilchen

[56] G A. Hemsalech, Sur les spectres des decharges oscillantes J de phys (3) **8** p 652—660 (1899) Selbstinduction Banden

[57] J N Lockyer, Preliminary table of wave-lengths of enhanced lines Proc Roy Soc **65** p 451—461 (1899) Verstarkte Linien

[58] J M. Eder u E Valenta, Normalspectren einiger Elemente zur Wellenlangenbestimmung im aussersten Ultraviolett Denkschr Wien Akad **68** p 531—554 (1899), Beitrage zur Photochemie p 377—403 Funke

[59] H M Reese, An investigation of the Zeeman effect, with reference to Cd, Zn, Mg, Fe, Ni, Ti, C, Ca, Al, Si and Hg Astrophys J **12** p 120—135 (1900) Zeeman-Effect

[60] L Arons, Ueber den electrischen Lichtbogen zwischen Metallelectroden in Stickstoff und Wasserstoff Ann d Phys (4) **1** p 700—718 (1900) Bogen in Gasen

[61] G. A Hemsalech, Ueber das Bandenspectrum des Aluminiums Ann d Phys (4) **2** p 331—334 (1900) Ursprung der Banden

[62] T Tommasina, Sulla fluorescenza dell' alluminio e del magnesio nell' acqua e nell' alcool per l' azione delle correnti del rocchetto d' induzione Nuovo Cim (4) **11** p 47—49 (1900) Leuchten bei Funken in Wasser

[63] G Berndt, Ueber die Bandenspectra der Thonerde und des Stickstoffs Ann d Phys (4) **4** p 788—795 (1901). Ursprung der Banden

[64] W N Hartley and H Ramage, Banded flame-spectra of metals Trans Roy Dubl Soc (2) **7** p 339—352 (1901) In Knallgasflamme

[65] G. Berndt, Ueber den Einfluss von Selbstinduction auf die durch den Inductionsfunken erzeugten Metallspectra im Ultraviolett Dissert Halle, bei Kammerer 1901 Selbstinduction

[66] O H Basquin, The spectrum of hydrogen given by the metallic arc of tin, copper, silver etc Astrophys J **14** p 1—16 (1901) Bogen in Wasserstoff

[67] Fr Exner u E Haschek, Tabellen der Funkenlinien Wien 1902

[67a] H Konen, Ein Beitrag zur Kenntniss spectroscopischer Methoden Ann d Phys (4) **9** p 742—780 (1902) Funken in Wasser

[68] J Lauwartz, Ueber Messungen und Gesetzmassigkeiten im Bandenspectrum der Thonerde Dissert Bonn 1903, Zs f wiss Photogr **1** p 160—174 (1903) Banden

[69] W von Bolton, Ueber electrodisches Leuchten und eine neue spectroscopische Methode Zs f Electrochem **9** p 913—922 (1903) Leuchten bei Electrolyse

[70] J Steinhausen, Ueber „enhanced lines" Dissert Bonn 1904 Zs f wiss Photogr **3** p 45—58 (1905) Verstarkte Linien

[71] H W Morse, Spectra from the Wehnelt interruptor Astrophys J **19** p 162—186 (1904) Leuchten bei Electrolyse

[72] L Puccianti, Metodo interferenziale per lo studio della dispersione anomala nei vapori Mem soc spettr Ital **33** p 133—138 (1904) Anomale Dispersion

[73] A S King, A study of the causes of variability of spark spectra Astrophys J **19** p 225—238 (1904) Veränderlichkeit des Spectrums

[74] H Morris Airey, On the determination of wave-lengths in the extreme ultraviolet portion of the spectrum, Mem a Proc Lit a Phil Soc Manchester **49**, I, Nr 3 (1904) Kurzeste Wellenlangen

[75] Fr Exner u E Haschek, Tabellen der Bogenspectra Wien 1904

[76] A Hagenbach u H Konen, Atlas der Emissionsspectra Jena 1905 Funke und Bogen

[77] A S King, Ueber Emissionsspectra von Metallen im electrischen Ofen Ann d Phys (4) **16** p 360—381 (1905), Astrophys J **21** p 236—257 (1905) Im electrischen Ofen

[78] H Crew and J Spence, Variation of arc spectra with phase of the current producing them Astrophys J **22** p 199—203 (1905) Wechselstrombogen.

[79] Sir Norman Lockyer, Table of wave-lengths of enhanced lines Solar Physics Committee, 1906 Verstarkte Linien

[80] W W Coblentz, Infra red emission spectra Phys Rev **22** p 1—30 (1906) Keine ultrarothe Linien

[81] E Kielhauser, Notiz uber das Leuchten von Aluminiumelectroden in verschiedenen Electrolyten Wien Ber **115**, IIa, p 1335—1337 (1906) Leuchten bei Electrolyse

[82] A de Gramont, Sur les raies ultimes ou de grande sensibilité des metaux, dans les spectres de dissociation C R **144** p 1101—1104 (1907) Raies ultimes

[83] W J Humphreys, Arc spectra under heavy pressure Astrophys J **26** p 18—35 (1907) Druckverschiebung

[84] J H Pollock and A G G Leonard, On the quantitative spectra of iron, aluminium, chromium, silicon, zinc, manganese, nickel and cobalt Proc Roy Dubl Soc (2) 11 p 217—228 (1907) Hauptlinien

[85] W W Coblentz, Ultrarothe Emissionsspectren Strahlung bei Zimmertemperatur Phys Zs **9** p 60—64 (1908) Keine ultrarothe Linien

[86] W N Hartley An investigation of the connexion between band and line spectra of the same metallic elements Trans Roy Dublin Soc (2) **9** p 85—138 (1908) In Knallgasflamme

[87] V Carlheim-Gyllensköld, Sur les luminescences causées par les rayons-canaux Arkiv f Mat, Astron och Fysik **4** Nr 33 (1908)

[88] S R Milner, On the nature of the streamers in the electric spark Phil Trans **A 209** p 71—87 (1908) Photographie des Funkenspectrums auf bewegtem Film

[89] H Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldämpfen Dissert Bonn 1909 Zs f wiss Photogr **7** p 89—112 (1909)

[90] H Finger, Ein Beitrag zur Kenntniss des Einflusses des Mediums auf die Linien in Funkenspectren Dissert Munster 1909, Zs f wiss Photogr **7** (1909) Funken in Wasser

[91] F Paschen, Zur Kenntniss ultrarother Linienspectra Ann d Phys (4) **29** p 625—633 (1909) Ultrarothe Linien, Gesetzmassigkeiten

Nachdem zuerst Masson [1] werthlose Beobachtungen am Funkenspectrum des Al gemacht, misst Kirchhoff [2] die Wellenlange von 5 Linien, Stokes [3] entdeckt mit Quarzapparat und fluorescirendem Schirm die weite Ausdehnung des Spectrums ins Ultraviolett, und Miller [4] liefert eine kleine Photographie — Brasack [5] giebt an, dass man durch das Funkenspectrum noch die Anwesenheit von 0 00004 mgr erkennen konne Thalen [6] stellt erst eine Zeichnung des Funkenspectrums her, in welcher auch Banden auftreten, dann [7] bestimmt er die Wellenlange von 14 Linien

Wullner [8 und 10] findet ebenfalls, dass man von Al auch ein Bandenspectrum erhalten könne, und Lecoq [11] macht einige Bemerkungen uber

die Intensitätsvertheilung unter dessen Kanten. Bald darauf liefert Lecoq [14] eine Zeichnung und Messung des Spectrums, erhalten durch Funken nach dem Metall (dies muss positiver Pol sein), oder nach dem Chlorid oder einer Lösung desselben (die wie immer der negative Pol sein muss). Lockyer [12] untersucht das Funkenspectrum auf die Länge der Linien hin, dann [13] beschäftigt auch er sich mit dem Bandenspectrum, das er für ein Spectrum des Oxyds erklärt, da die Banden verschwinden, wenn der Funke in Wasserstoff übergeht. Auch Ångström und Thalén [15] halten das Spectrum für ein Oxydspectrum, die Aureole des Funkens zeige es, es trete auch im Bogen auf.

Lockyer und Roberts [16] finden, dass die Dämpfe von Al im Violett continuirlich absorbiren.

Rand Capron [21] liefert eine Photographie des Spectrums, Parry und Tucker [23] geben eine Zeichnung des Funkens nach Lösung. Schonn [25] findet von neuem, 18 Jahre nach Stokes, dass im Ultraviolett kräftige Linien liegen. Spottiswoode [26] benutzt einen Inductor, der mit Wechselstrom betrieben wird, findet, dass dabei die Banden dominiren, Linien nicht auftreten, während Dewar [27] auf gleiche Weise auch die Hauptlinien (396 und 394) schwach erhält. — Bei ihren bekannten Untersuchungen über die Umkehr der Linien beschäftigen sich Liveing und Dewar wiederholt mit Al [22, 29, 31], auch messen sie im Ultraviolett und machen auf die regelmässige Lagerung der Linien aufmerksam [32, 33]. Noch entschiedener betont letztere Cornu [39], trifft aber zahlenmässig nicht das Richtige, wie zuerst Ames [40 a] nachweist. Cornu hatte vorher [28] die kürzesten in Luft photographirbaren Wellenlängen des Al gemessen.

Nach der Phosphorescenzmethode findet Becquerel [34, 35] im Ultraroth zwei Linien oder Liniengruppen, während später Coblentz [80, 85] bestreitet, dass Al zwischen 1 μ und 4 μ irgend etwas emittire. Dass das unrichtig ist, zeigt Paschen [91], der Linien im Ultraroth bis über 2 μ mit Thermosäule misst und dabei unter anderem die Hauptserie des Aluminium findet.

Hartley [36] untersucht den Funken nach Lösungen, benutzt dann [37] denselben Funken zu einer quantitativen Analyse. Bei Lösungen, die 0,001 % Al enthalten, treten noch die Linien 3092, 3082, 2815 sicher auf, vielleicht auch das Paar 396 und 394. Dann messen Hartley und Adeney [38] das kurzwellige Funkenspectrum. — Auch Deslandres [40] misst einige Linien, und Mc Clean [42] veröffentlicht eine Photographie des Funkenspectrums von 380 bis 570.

Kayser und Runge [43] geben die erste vollständige Ausmessung des Bogenspectrums und den gesetzmässigen Bau desselben. Ciamician [24] war in dieser Beziehung zu sehr falschen Schlüssen gelangt. In derselben Abhandlung bespricht er auch den Ursprung der Banden, will sie dem Al selbst zuschreiben, während Hasselberg [41] sie wieder für das Oxyd beansprucht.

Hartley [44] erzeugt das Spectrum durch Einführung von Al in die Knallgasflamme, ebenso Hartley und Ramage [64]. Eder [45], später Eder und Valenta [58] messen eine Anzahl namentlich kurzwelliger Linien des Funkenspectrums. Auch Runge [46] bestimmt die kürzesten Wellenlängen

Schumann [47] findet, dass das Spectrum noch eine grosse Zahl von Linien bis 120 $\mu\mu$ enthalte, von welchen später Morris-Airey [74] einige mit Vacuumspectrograph misst.

Demarçay [48] photographirt wieder den Funken nach Lösung, er giebt an, dass besonders die Banden und das Paar 396, 394 auftrete, letztere seien noch bei einem Gehalt von 0.0005 zu sehen. Rowland [49] giebt eine Reihe von Messungen in Verbindung mit dem Sonnenspectrum. — Exner und Haschek messen das Funkenspectrum [50, 67], später das Bogenspectrum [75] im kurzwelligen Gebiet, Hemsalech [71] findet einige neue Linien im Roth des Funkenspectrums.

Gramont [53, 54] zeigt, wie man durch Funken in leitenden und nichtleitenden Mineralien die Anwesenheit von Al constatiren könne. Schuster und Hemsalech [55a] photographiren das Spectrum des Funkens auf rotirendem Film, aus der Neigung der Linien ergiebt sich die Geschwindigkeit der emittirenden Theilchen zu mehr als 1000 $\frac{m}{sec}$. Aehnliche Versuche macht später Milner [88]. — Hemsalech [56, 61] untersucht den Einfluss der Selbstinduction, durch sie werden namentlich die Banden deutlicher. Berndt [56, 61] behandelt die gleichen Fragen, dabei treten Meinungsverschiedenheiten über den Ursprung der Banden hervor. Dieser Ursprung wird auch erörtert bei Untersuchung des in verschiedenen Gasen brennenden Bogens, wie sie von Arons [60] und Basquin [66] ausgeführt sind.

Hagenbach und Konen [76] veröffentlichen Photographieen des Bogen- und Funkenspectrums.

King [73] untersucht den Einfluss von Selbstinduction und Capacität: erstere schwächt die Linien, welche nicht zu Serien gehören, und die zweite Nebenserie mehr als die erste, letztere stärkt grade die Linien am meisten, die durch Selbstinduction geschwächt werden. — Im electrischen Ofen erhält King [77] nur das Paar 396 und 394.

Sehr interessante Versuche machen Crew und Spence [78], welche einen Wechselstrombogen in verschiedenen Phasen der Stromstärke photographiren: bei der Phase 0 sind die Banden sehr stark, von den Linien nur 396 und 394 vorhanden. — Die Structur der Banden ist von Lauwartz [68] genauer untersucht worden.

Den Funken in Wasser untersuchen Konen [67a] und Finger [90], ersterer entdeckt, dass dabei ein starkes continuirliches Spectrum bis etwa 2300 auftritt, welches seitdem mehrfach zur Untersuchung ultravioletter Absorptionsspectra benutzt worden ist.

Die Druckverschiebung der Linien misst Humphreys [52 und 83], den Zeeman-Effect beobachtet Reese [59], die enhanced lines suchen Lockyer [57 und 79] und Steinhausen [70] auf. Puccianti [72] beobachtet an einigen Linien anomale Dispersion, ebenso Geisler [87]. Gramont [82] findet als raies ultimes, d. h. als die Linien, welche bei Abnahme der Material-

menge zuletzt ubrig bleiben. das Paar 396 und 394, Pollock und Leonard [84] bezeichnen sie als residuary lines

Gyllenskold [87] macht einige Bemerkungen uber das continuirliche Spectrum

Wenn man in Wasser, verdunnter Schwefelsaure und einigen anderen Flussigkeiten zwischen Aluminiumelectroden Entladungen ubergehen lasst, oder im Wehneltunterbrecher Al Electroden verwendet, so tritt an der Kathode eigenthumliches Licht auf, welches von Braun [55], Tommasina [62], Bolton [69], Kielhauser [82] beobachtet, von Morse [71] spectroscopisch genauer untersucht worden ist Es treten sehr kraftig die Banden und eine Reihe von Linien auf, so dass im Allgemeinen das Bogenspectrum erscheint

Die unter [17] bis [20] genannten Arbeiten beziehen sich auf den Nachweis von Thonerde durch Absorptionsspectra, man kann dazu die Spectra der Lacke benutzen, welche Thonerde mit verschiedenen Farbstoffen bildet, z B Purpurin, Hamatoxylin, Morin (Vergl Band III p 453)

	Paschen Bogen (91)		Becquerel (35)
	21166 3	8	
	21098 2	5	
	16752 2	30	
	16720 5	20	
H I 3	13151 65	200	13615
H II 3	13125 36	400	
	11255 5	300	11280
	8775 1	50	

	Paschen Bogen (91)		Hemsalech Funke (51)	
	—		7057 9	5 d?
	—		7042 5	6
	—		6928 2	2 u
	—		6842 6	4
H I 4	6698 936	4	—	
H II 4	6696 269	6	—	
			6628 2	4

	Paschen (91) Bogen		Thalen (7) Funke		Kirchhoff (2) Funke	Hartley u Adeney (38) Funke	Exner u Haschek (67) Funke		
	—		6371 0	6	—	—	—		
	—		6344 5	6	—	—	—		
	—		6244 0	8	6244 6	—	—		1) 2)
	—		6234 0	8	6233 8	—	—		1) 2)
	—		5722 5	10	5722 3	—	—		5)
	—		5695 5	10	5696 1	—	—		2) 5)
	—		5592 5	4	—	—	—		1) 2) 5)
H I 5	5558 167	5	—		—	—	—		
H II 5	5557 283	7	—		—	—	—		
H I u II 6?	5105 57	2	—		—	—	—		
	—		5056 5	10	—	—	—		
			4662 0	10	4662 1	—	4663 55	3 u	5)
			—			—	4590 0	1	
			—			—	79 5	1 u	
			—			—	65 0	1 u	
			4529 5	6		—	29 7	7	5)
			11 0	6		4511 0	13 00	5	5)
			—			—	11 0	1	

1) Von Lecoq (14) im Funken von Metall und Losung beobachtet 2) Von Morse (71) im Wehneltunterbrecher gesehen 5) Nach Steinhausen (70) u Lockyer (79) enhanced lines

	Kayser u Runge (43) Bogen	Exner u Haschek (75) Bogen	Thalen (7) Funke	Hartley u Adeney (38) Funke	Exner u Haschek (67) Funke	
	—	—	4478 5	4477 2	4480 0 2 u	[5]
	—	—	—	—	66 65 1 u	
	—	—	—	45 2	—	
	—	—	—	—	00 4 1 u	
	—	—	—	—	4371 0 1	[1] [2] [3] [4] [6] [8]
II N I, 3	3961 68 10 R	3961 71 1000 R	3961 1	3960 9	3961 74 100	[1] [2] [3] [4] [6] [7] [8]
II N II, 3	44 16 10 R	44 20 800 R	43 1	43 4	44 22 50 r	[5] [7]
	—	—		—	00 83 2	
	—	—		—	3810 16 1	
	—	—		—	04 23 1	
	—	—		—	3791 92 1	
	—	—		—	88 8 1 u	
	—	—		—	85 50 1	
	—	—		—	82 40 1	
	—	—		—	81 4 1 u	
	—	—		—	79 22 1	
	—	—		—	75 20 1	
	—	—		—	72 25 1	
	—	—		—	40 4 1	
	—	—		3713 4	13 85 3 u	[2] [5]
	—	—		01 5	02 70 2 u	[5]
	—	—		3612 4	3612 62 20	[2] [5] [6]
	—	—		01 1	01 98 30	[2] [5] [6]
	—	—		3584 4	3587 05 100 u	[2] [5] [6]
	—	—		—	64 0 1 u	
	—	—		—	61 9 1 u	
	—	—		—	39 3 1 u	
	—	—		—	35 7 1 u	
	—	—		—	34 4 1 u	
	—	—		—	27 33 1	
	—	—		—	05 1? 1 u	
	—	—		—	03 7 1 u	
	—	—		—	3492 05 1 u	
	—	—		—	3336 2 1 u	
	—	—		—	18 6 1 u	
	—	—		—	01 98 1	
	—	—		—	3286 0 1	
	—	3242 85 1		—	—	

1) Von Lecoq (14) im Funken von Metall und Losung beobachtet

2) Von Morse (71) im Wehneltunterbrecher gesehen

3) Von Humphreys (52 u 83) auf Druckverschiebung untersucht Bei 42 Atmospharen verschiebt sich das längere Paar um etwa 0 190 A, das kurzere um 0 090 A

4) Von Reese (59) ist der Zeeman Effect untersucht

5) Nach Steinhausen (70) und Lockyer (79) enhanced lines Steinhausen giebt noch 2 Linien, die sonst nicht beobachtet sind, deren Ursprung daher unsicher scheint 3823, 3656

6) Treten nach Hartley (36) im Funken nach Chloridlösung auf

7) Rowland giebt fur diese Linien 3961 674, 3944 160 (49) und Astronomy and Astrophysics 12 p 321—347 (1893))

8) An diesen Linien ist anomale Dispersion gefunden

	Kayser u Runge (43) Bogen		Exner u Haschek (75) Bogen		Hartley u Adeney (38) Funke	Exner u Haschek (67) Funke		
	—		3236 94	1	—	—		
	—		28 27	2	—	—		
	—		—		—	3138 9	1	
I N I, 4	3092 95	6 R	3092 98	600 R	3091 9	3092 95	1	7)
I N I, 4	92 84	10 R	92 87		—	92 82	2	3) 6) 7)
I N II, 4	82 27	10 R	82 30	500 R	81 2	82 30	10 r	3) 6) 7)
	66 28	6	66 28	3	65 0	66 40	1	
	64 42	6	64 43	3	62 8	64 55	1	
	60 04	6	60 04	1	58 5	—		
	57 26	6	57 27	4	56 4	57 40	2	6)
	54 81	6	54 81	3	53 6	54 90	1	
	50 19	6	50 20	3	49 1	50 30 ?	1	
	—		—		—	2927 9	1 u	7)
	—		—		2879 9	—		
	—		—		15 3	2816 41	20	5) 6)
	—		—		—	2669 23	1	7)
II N I, 4	2660 49	10 R	2660 50	20 R	2659 3	60 50	3	6)
II N II, 4	52 56	10 R	52 56	15 R	51 2	52 60	2	6)
	—		—		—	38 2	1 u	5)
	—		—		30 6	31 83	4	5) 6)
I N I, 5	2575 49	4 R	2575 56	5	2574 1	2575 52	1 r	7)
I N I, 5	75 20	10 R	75 20	20 R	—	75 22	3 r	
I N II, 5	68 08	10 R	68 08	20 R	66 9	68 11	3 r	6) 7)
	—		—		—	2475 1	1 u	5)
	—		—		—	59 8	1 u	
	—		—		—	33 62	1	
Paar	2426 22	4 r	—		—	—		
	19 64	2 r	—		—	—		
II N I, 5	2378 52	6 R	2378 53	3	—	—		
	—		—		—	2377 49	1	
I N I, 6	73 45	4 R	73 60	1	2373 3	73 3	2 u	7)
I N I, 6	73 23	8 R	73 23	5 R	72 0	—		
II N II, 5	72 21	4 R	72 20	2	70 2	72 11	3	
	—		70 30	1	—	70 30	1	
	—		69 37	1	—	69 36	2	5)
	—		—		—	68 20	1	
	—		—		—	67 70	1	
I N II, 6	67 16	10 R	67 13	5 R	2367 2	67 18	2	7)
	—		—		64 5	—		
	21 64	4	21 65	1		21 68	2	
	19 12	2	—			19 12	1	
	17 55	2	—			17 53	1	
	15 05	2	—			15 05	1	

3) Von Humphreys (52 u 83) auf Druckverschiebung untersucht Bei 42 Atmosphären verschiebt sich das längere Paar um etwa 0 190 A, das kürzere um 0 090 A

5) Nach Steinhausen (70) und Lockyer (79) enhanced lines

6) Treten nach Hartley (36) in Funke nach Chloridlösung auf

7) Rowland giebt für diese Linien 3092 857, 3092 818, 3082 275, 2575 198, 2568 085, 2373 213, 2367 145 (49) und Astronomy and Astrophysics **12** p 321—347 (1893)

	Kayser u. Runge (43) Bogen		Exner u. Haschek (75) Bogen		Exner u. Haschek (67) Funke	
	13 60	2	—		13 61	1
	12 56	2	—		12 54	1
I N I, 7	2269 20	8 R	2269 25	3 R	2269 15	1 7)
II N I, 6	63 83	2 R	—		—	
I N II, 7	63 52	8 R	63 57	3 R	63 50	1 7)
II N II, 6	58 27	2				
Paar {	31 27	1 r				
	25 77	1 r				
I N I, 8	10 15	4 R				
I N II, 8	04 73	4 R				
II N II, 7	2199 71	1 R				
I N I, 9	74 13	1 R				
I N II, 9	68 87	1 R				
I N I, 10	50 69	1 R				
I N II, 10	45 48	1 R				
I N I, 11	34 81	1 R				
I N II, 11	29 52	1 R				
I N I, 12	23 44	1 R				
I N II, 12	18 58	1 R				

Runge (46)	Eder u. Valenta (58)		Morris-Airey
1989 90	1989 90	8	—
35 29	35 29	7	—
30 4	30 41	2	—
1862 20	1862 20	4	—
—	57 56	1	—
54 09	54 09	3	—
			1785
			1741
			1709
			1693

7) Rowland giebt für diese Linien 2269 161, 2263 507 (49) und Astronomy and Astrophysics **12** p. 321—347 (1893)).

Bandenspectrum.

Dass der Funke zwischen Aluminiumelectroden auch ein Bandenspectrum liefern kann, hat Thalén [7] und dann Wüllner [8, 10] bemerkt. Letzterer nimmt ohne weiteres an, dass es sich um ein Spectrum des Metalles handle. Auf demselben Standpunkt steht Lecoq [11, 14], der eine kleine Zeichnung und Messung von Kanten liefert. Ångström und Thalén [15] dagegen erklären das Spectrum für ein Spectrum des Oxyds, der Thonerde Al_2O_3. Ångström hatte sich früher gegen die Möglichkeit mehrfacher Spectra ausgesprochen, vor Allem behauptet er, in der Aureole des Funkens sei immer das Spectrum einer Verbindung, meist des Oxyds zu sehen. So auch bei Al. Die Autoren sehen auch zum ersten Mal die Banden im Kohlebogen, in welchen das Metall eingelegt wird. — Kurz vorher hatte auch Lockyer [13] eine Zeichnung nach Wellenlängen gegeben, wobei er das Spectrum als Oxydspectrum bezeichnet. Das hat er wahrscheinlich daraus geschlossen, dass er fand, wenn man den Funken in Wasserstoff übergehen lasse, verschwinde das Bandenspectrum. Freilich ist das kein Beweis, denn in Wasserstoff wird die Entladung eine andere, und von der Art der Entladung hängt es ab, ob das Banden- oder Linienspectrum kräftiger erscheint. Ciamician [24] findet dann auch, dass man in Wasserstoffatmosphäre ohne Leidener Flasche und bei kleinem Abstand der Electroden das Bandenspectrum, mit Flasche und grösserer Schlag-

weite das Linienspectrum erhalte, und meint, damit seien alle Zweifel uber die Zugehorigkeit zum Al selbst gehoben

Aber Hasselberg [41], dem wir die erste genaue Messung des Spectrums verdanken, sagt wieder das Gegentheil, „da das Auftreten der Banden mit Sicherheit auf der Gegenwart von Sauerstoff beruht" Worauf er diesen Ausspruch grundet, ist nicht ersichtlich Er erzeugt das Spectrum durch Einfuhren von Al in den Kohlebogen — Hemsalech [56] findet, dass bei Einschaltung von Selbstinduction die Banden erheblich starker werden Auch er schreibt sie dem Oxyd zu, da er sie in Wasserstoff nicht erhalten habe Dagegen kann man denselben Einwand erheben, den ich schon bei Lockyer's Schluss machte, andererseits wissen wir, dass Selbstinduction wirkt wie abnehmende Temperatur, so dass das Auftreten der Banden wohl erklarlich ist

Als Arons [60] Versuche mit Metallbogen, die in N oder H brennen, machte, fand er bei Al stets das Bandenspectrum Da Sauerstoff sorgfaltig ausgeschlossen war, sich keine Spur von Oxyd zeigte, sagt Arons, das Spectrum musse zum Metall gehoren — Darauf theilt Hemsalech [61] ebenfalls Versuche mit, die fur den metallischen Ursprung sprechen Funken in O, N, H zeigen immer das Bandenspectrum, nur verschieden stark, das liegt aber nur daran, dass die Entladungen verschieden sind, und daher auch die Menge leuchtenden Dampfes verschieden gross ist Wenn durch Selbstinduction die Banden deutlicher hervortreten, so liegt das zum Theil auch am Verschwinden der sie sonst verdeckenden Luftlinien — Dagegen giebt wieder Berndt [63] an, er habe die Banden ausschliesslich mit Funken in O erhalten, nicht in N und H

Hartley untersucht Al in der Knallgasflamme In der ersten Abhandlung [44] erhalt er zunachst nur ein continuirliches Spectrum, dann auch das Bandenspectrum, welches dem Oxyd zugeschrieben wird In der zweiten Abhandlung mit Ramage [64] wird dagegen das Bandenspectrum dem Metall selbst zugesprochen, das continuirliche Spectrum dem gluhenden Oxyd, hier findet sich auch eine kleine Photographie, welche neben dem continuirlichen Spectrum vier der von Lecoq gemessenen Bandengruppen zeigt, vielleicht noch Spuren einer funften um 4400 herum — Auch in einer neuen Abhandlung [86] reclamirt Hartley die Banden fur das Metall.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, dass der Ursprung des Al-Bandenspectrums noch nicht mit Sicherheit festgestellt ist, denn wenn es sich in Fallen gezeigt hat, wo die Autoren Sauerstoff vollstandig ausgeschlossen zu haben meinen, kann man immer sagen, dass doch nur Spuren vorhanden gewesen sind, wenn andere es bei Ausschluss von O nicht finden, kann man ebenso sagen, dass sie nicht die richtigen Entladungsbedingungen angewandt haben Trotzdem neige ich der Ansicht zu, dass es sich um ein Spectrum des Metalls selbst handle

Das Spectrum besteht aus Bandengruppen, jedes Band ist nach Roth hin abschattirt, innerhalb jeder Gruppe rucken die Kanten nach Roth hin weiter auseinander und werden schwacher Nur vier von den funf starkeren Gruppen sind durch Hasselberg [41] und Lauwartz [68] genau ausgemessen

worden, von Letzterem auch die Linienstructur Es zeigt sich, dass von jeder Kante, die eine mehrfache Linie ist, mehrere Serien ausgehen, zwei starkere bilden eine Serie von Paaren, die das Characteristicum des Spectrums bilden Eine dritte Serie ist erheblich schwacher, noch mehr eine vierte, diese beiden scheinen sich auch zu Paaren zusammen zu legen Es scheinen weitere noch schwachere Serien vorhanden zu sein

Es scheinen ausser diesen funf Bandengruppen noch mehrere viel schwachere nach Violett hin vorhanden zu sein, da die meisten Autoren angeben, auch hier noch Linien gesehen zu haben, und da auf der Photographie von Hartley [64] Spuren einer sechsten Gruppe zu sehen sind

Ich gebe in der folgenden Tabelle nur die Wellenlangen der Kanten. Die Angaben von Thalén, Lecoq und Lockyer hat Hasselberg [41] auf Rowlandsche Normalen umgerechnet, ich nehme seine Zahlenangaben

Thalén (6)	Lecoq (14)	Lockyer (13)	Hasselberg (41)	Lauwartz (68)
5331 5	5332 0	—	—	—
5357 5	5355 0	—	—	—
5379 0	5374 0	—	—	—
5396 5	5392 9	5398 0	—	—
5411 0	5409 0	5409 0	—	—
—	—	5418 5	—	—
—	—	5429 5	—	—
—	—	5439 5	—	—
5076 0	5080 5	5080 5	5079 52 8	5079 549
5103 0	5103 5	5101 0	5102 32 12	5102 303
5124 5	5124 5	5121 5	5123 47 9	5123 444
5142 0	5145 5	—	5143 08 6	5143 059
5161 0	5161 5	5166 5	5161 00 8	5160 999
—	—	—	5177 23 5	—
5187 5	5190 5	5191 5	5192 40 5	— [1])
4840 0	4846 0	—	4842 44 12	4842 367
4865 0	4872 0	—	4866 54 8	4866 541
4891 0	4892 0	—	4888 41 6	4888 421
4650 0	4653 0	4646 0	4648 14 12	4648 162
4671 5	4676 0	4674 0	4672 15 12	4671 600
4691 0	4699 0	4695 5	4694 78 12	4694 445
4712 0	4720 0	4715 5	4715 45 6	4715 468
—	—	4740 5	4735 94 7	4735 965
—	4478 5	—	4470 63 8	4470 670
—	4500 5	—	4494 22 9	4494 039
—	4522 5	—	4516 54 10	4516 360
—	4544 5	—	4537 69 10	4537 019
—	4567 5	—	4557 84 8	4557 515
—	—	—	4576 47 6	4576 491
—	—	—	4593 97 6	—

1) Auf der Tafel von Mc Clean (42) glaubt man noch weitere Kanten bei 5205, 5217, 5226, 5232 zu sehen

ARSEN (As = 75 0)

Literatur

[1] G Kirchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und die Spectra der chemischen Elemente Abhandl Berlin Akad 1861 p 63—95, 1863 p 227—240 Funke

[2] T R Robinson, On spectra of electric light, as modified by the nature of the electrodes and the media of discharge. Phil Trans 152, II p 939—986 (1862) Funke

[3] W A. Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark Phil Trans 152 II p 861—887 (1862) Funke, Ultraviolett

[4] V Volpicelli, Recherches d'analyse spectrale Acc Lincei, Atti 16 p 91—93 (1862), C R 56 p 493—495 (1863) In Flammen

[5] W Huggins, On the spectra of some of the chemical elements Phil Trans 154, II p 139—160 (1864) Funke

[6] F Brasack, Spectralanalytische Untersuchungen Abhandl Naturf Ges Halle 9 p 1—16 (1864) Empfindlichkeit

[7] J Plucker und J W Hittorf, On the spectra of ignited gases and vapours, with especial regard to the different spectra of the same elementary gaseous substance Phil Trans 155 p 1—29 (1865) In Geisslerrohr

[8] R Thalen, Om spectralanalys Upsala Univers årsskr 1866 Funke

[9] R Thalen, Mémoire sur la determination des longueurs d'onde des raies métalliques Nova acta reg soc sc Upsal (3) 6 (1868) Funke

[10] A Ditte, Sur les spectres des corps appartenants aux familles de l'azote et du chlore C R 73 p 738—742 (1871) Funken durch Dampfe des Chlorids

[11] J N Lockyer, Spectroscopic Notes III On the molecular structure of vapours in connection with their densities Proc Roy Soc 22 p 374—378 (1874), Phil Mag (4) 49 p 320—326 (1875) Absorption durch Dampfe

[12] Rand Capron, Photographed spectra London 1877 Photographie von Funke

[13] G Ciamician, Ueber den Einfluss des Druckes und der Temperatur auf die Spectren von Dampfen und Gasen Wien Ber 77, II p 830—841 (1878), Wien Ber 78, II p 867 890 (1878) In Geisslerrohr, Einfluss des Druckes, Homologie

[14] G Ciamician, Spectroscopische Untersuchungen Wien. Ber 82, II p 425—457 (1880) Homologie

[15] O W Huntington, On the spectrum of arsenic Americ J (3) 22 p 214—217 (1881) Funke

[16] W N Hartley, Photographs of the spark spectra of twenty-one elementary substances (1881) Trans Roy Dublin Soc (2) 1 p 231—238 (1882) Funke

[17] W. N Hartley and W E Adeney, Measurements of the wave-lengths of lines of high refrangibility in the spectra of elementary substances Phil Trans 175, I p 63—137 (1884) Funkenspectrum

[18] W N Hartley, Researches on spectrum photography in relation to new methods of quantitative chemical analysis Phil Trans 175, II p 325—342 (1884) Funke nach Losung

[19] V Schumann, Zur Photographie der brechbarsten Strahlen Photogr Rundschau 41 p 71—80 (1890) Kurzeste Wellenlangen

[20] H Kayser u C Runge, Ueber die Spectra von Zinn, Blei, Arsen, Antimon, Wismuth Abhandl Berlin Akad 1893 Wiedem Ann 52 p 93—113 (1894) Bogenspectrum.

[21] W. N. Hartley, Flame spectra at high temperatures. I. Oxyhydrogen blowpipe spectra. Phil. Trans. **185 A.** p. 161—212 (1894). In Knallgasflamme.

[22] A. de Gramont, Sur les spectres d'etincelles de quelques mineraux. C. R. **118.** p. 591—594, 746—748 (1894). Funke von Mineralien.

[23] E. Demarçay, Spectres electriques. Paris 1895. Funke nach Losung.

[24] A. de Gramont. Analyse spectrale directe des mineraux. Paris 1895. Funke.

[25] W. J. Humphreys, Changes in the wave frequencies of the lines of emission. Astrophys. J. **6.** p. 169—232 (1897). Druckverschiebung.

[26] W. N. Hartley and H. Ramage, Banded flame-spectra of metals. Trans. Roy. Dublin Soc. (2) **7.** p. 339—352 (1901). In Knallgasflamme.

[27] Fr. Exner u. E. Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente. Wien. Ber. **110,** IIa. p. 964—986 (1901). Funke.

[28] Fr. Exner u. E. Haschek, Tabelle der Funkenspectra. Wien 1902.

[29] A. de Gramont, Sur les modifications apportees par la self-induction a quelques spectres de dissociation. C. R. **134.** p. 1205—1207 (1902). Selbstinduction.

[30] Fr. Exner u. E. Haschek, Tabelle der Bogenspectra. Wien 1904.

[31] A. Hagenbach u. H. Konen, Atlas der Emissionsspectra. Jena 1905. Bogen, Funke, Geisslerrohr.

[32] J. Herpertz, Die Spectren von Arsen und das Geisslerrohrspectrum von Antimon. Dissert. Bonn 1906. Zs. f. wiss. Photogr. **4.** p. 175—197 (1906). In Geisslerrohr.

[33] A. de Gramont, Sur les raies ultimes des metalloides. C. R. **146.** p. 1260—1263 (1908). Hauptlinien.

[34] C. de Watteville, Ueber die Flammenspectra einiger Metalloide. Zs. f. wiss. Photogr. **7.** p. 279—285 (1909). In Flammen.

Die erste Beobachtung des Arsenspectrums unternimmt Kirchhoff [1], und findet im Funkenlicht sieben Linien. Nach unbedeutenden Bemerkungen von Robinson [2] und einer kleinen Photographie des ultravioletten Funkenspectrums von Miller [3] theilt Volpicelli [4] mit, Arsen und arsenige Saure gaben in der Flamme nur ein continuirliches Spectrum. — Die erste ausfuhrlichere Messung des Funkenspectrums liefert Huggins [5], während Thalén erst [8] nur eine Zeichnung, dann [9] die Messung derselben sieben Linien giebt, die Kirchhoff gefunden hatte.

Brasack [6] sagt, durch das Funkenspectrum konne man die Anwesenheit von 0.003 mgr As erkennen. Plucker und Hittorf [7] finden im Geisslerrohr nur ein Linienspectrum. Werthlos ist die Angabe von Ditte [10]: er lasst Funken durch Dampfe der Chloride von P, As, Sb, Bi schlagen, sieht immer drei Lichtmaxima, die von Element zu Element nach Violett rucken sollen. — Lockyer [11] untersucht die Absorption durch Arsendampfe, findet ein cannelirtes Spectrum. — Rand Capron [12] liefert eine Photographie.

Ciamician [13] findet im Geisslerrohr bei nicht-condensirtem Funken und kleinem Druck ein Bandenspectrum, namentlich im Roth und Grun, welches aber fast continuirlich ist, mit Leidener Flasche ein Linienspectrum, dessen Linien sich bei Druck nicht verbreitern. — Die andere Arbeit von Ciamician [14] enthalt verkehrte Hypothesen uber die Beziehungen verschiedener Spectra.

Huntington [15] misst angenahert einige Linien des Funkenspectrums in einem Geisslerrohr, dessen eine Electrode aus Arsenpulver hergestellt ist. Hartley [16] giebt eine Photographie, dann mit Adeney [17] eine Messung des ultravioletten Funkenspectrums zwischen 4550 und 2112. Dann versucht

Hartley [18] eine quantitative Analyse durch Funken nach Losung bei 0 1 %, ist als letzte Linie 3779 noch sichtbar — Schumann [19] findet, dass As im aussersten Ultraviolett zahlreiche Linien besitze

Kayser und Runge [20] untersuchen zum ersten Mal das Bogenspectrum und finden Gesetzmassigkeiten in demselben — Hartley [21] erhalt in der Knallgasflamme nur ein continuirliches Spectrum im Sichtbaren, und eine sehr unscharfe Linie bei 328, eine Photographie bei Hartley und Ramage [26] zeigt dies Spectrum — Demarçay [23] sieht im Funken nach Losung die Linien von Kirchhoff und Thalén

Eine ganze Reihe von Beitragen zur Kenntniss des Arsenspectrums liefert Graf Gramont in dem ersten [22] untersucht er Funken von arsenhaltigen Mineralien, in dem zweiten [24] giebt er eine Messung des Spectrums vom condensirten Funken zwischen 6404 und 4035, und beschreibt das Auftreten der Linien in verschiedenen Arseniaten Dann [29] untersucht er den Einfluss der Selbstinduction auf dies Spectrum Die Linien werden alle stark geschwacht — Endlich giebt Gramont [33] als „raies ultimes“ an 2349, 2780, namentlich 2288

Exner und Haschek [27 und 28] haben den kurzwelligen Theil des Funkenspectrums, dann [30] den des Bogenspectrums gemessen; Hagenbach und Konen [31] geben in ihrem Atlas das linienarme Spectrum des Funkens, Bogens und im Geisslerrohr

Endlich liefert Herpertz [32] eine eingehende Messung der Spectra des Arsen unter allen moglichen Bedingungen. In der gewohnlichen und der Knallgasflamme tritt nur ein continuirliches Spectrum auf, ebenso von verbrennendem Arsenwasserstoff, oder wenn dem Wasserstoff Arsenpulver beigemischt und er angezundet wird, auch wenn gepulvertes Arsen in Chlor verbrannt wird Es scheint also in Flammen stets ein continuirliches Spectrum zu existiren Mir ist freilich nicht zweifelhaft, dass es sich dabei in Wahrheit um ein Bandenspectrum handelt, welches nur bei der grossen Dampfdichte verbreitert und continuirlich geworden ist — Das Linienspectrum erzeugt Herpertz durch condensirte Funken zwischen Arsenelectroden; indessen sind die Linien meist sehr unscharf Viel besser ist daher die Anwendung von Arsenik oder Arsen im Geisslerrohr, wobei die Linien sehr scharf sind, solange der Druck klein ist Mit zunehmendem Druck durch gesteigerte Temperatur verbreitern sie sich aber sehr stark, — entgegen der Angabe von Ciamician [113] — Bei sehr kleinem Druck ohne Condensator sind auf continuirlichem Grunde schwache Banden im Roth und Grun sichtbar, die sich indessen weder photographiren noch messen liessen. Das Absorptionsspectrum, welches Lockyer [11] beschreibt, trat bei Benutzung von Glaskugeln aus bohmischem Glas, die sich auf 900° erhitzen liessen, nicht auf, wahrscheinlich war die Dampfdichte noch zu gering.

De Watteville [34] zerstaubt Arsenlosung in der Flamme, erhalt einige Linien, die fur den Bogen characteristisch sind, und im Ultraviolett Banden

Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass Humphreys [25] die Verschiebung durch Druck gemessen hat

Linienspectrum.

Von den vorliegenden Messungen nehme ich in die Tabelle diejenigen von Kirchhoff, Thalén und Huntington nicht auf, da erstere nur wenige Linien enthalten, letztere zu ungenau sind Für die Messungen von Gramont ist zu bemerken, dass sie sich auf das Wellenlängensystem von Ångstrom beziehen, nicht auf Rowland Bei den Messungen von Herpertz gebe ich zwei Spalten für die Intensitäten Die erste Spalte bezieht sich auf das Spectrum im Geisslerrohr, das viel linienreicher ist, die zweite auf das Funkenspectrum Wenn keine Intensität angegeben ist, bedeutet das, dass die Linie in dem betreffenden Spectrum nicht gesehen ist — Im Bogen erscheinen nur kurzwellige Linien, von 3119 an

Herpertz (32)	Rohr	Funke	Huggins (5) Funke	Gramont (24) Funke
			6404	6404 5
			6342	6348 0
			6252	6256 2
			6164	6169 4
			6131	6137 0
			6108	6110 0
			6078	6078 2
			6020	6023 0
5903 6	1	—	—	—
5885 67	1	—	—	—
75 56	2	—	—	—
—	—	—	—	5856 0
38 18	6	—	5839	} 5831 0
26 05	5	—	—	
5783 48	6	—	5781	5782 0
63 35	5	—	—	—
31 98	6	1	—	—
5692 67	1	1	—	—
92 29	1	1	—	—
85 70	5	1	—	—
84 97	7	1	—	—
81 58	3	—	—	—
77 45	1d	—	—	-
64 82	2	—	—	—
59 04	3	—	—	—
57 23	8	1	—	—
51 56	10	10	5647	5651 0
43 97	4	—	—	—
40 01	2	—	—	—
30 45	3	—	—	—
28 84	1	—	—	—
20 86	10	1	5616	5619 0
06 22	1	—	—	—

Herpertz (32)	Rohr	Funke	Huggins (5) Funke	Gramont (24) Funke
5592 29	3	—	5590	5594 5
87 87	3	—	—	—
84 88	3	—	—	—
77 42	1	—	—	—
68 42	4	—	—	—
65 72	4	—	—	—
58 34	8	10	5554	5557 8
50 86	3	—	—	—
41 76	3	2d	—	—
35 97	3	—	—	—
28 58	4	—	—	—
27 17	2	—	—	—
05 22	2	—	—	—
5498 01	7	10	5495	5498 2
97 12	6	5	—	—
91 84	5	—	—	—
90 53	2	—	—	—
71 95	6	—	-	—
68 55	3	—	—	—
64 32	2	—	—	—
60 80	1	—	—	—
53 95	1		—	—
51 44	3	—	—	—
38 92	1	—	—	—
08 20	2	—	—	} 5407 7
05 58	3	—	5404	
5385 55	6	—	5384	5383 0
63 62	3	—	—	—
59 82	3	—	—	—
38 51	3	—	—	—
31 47	7	8u	5324	5330 1
24 33	5	—	—	—
02 94	2	—	—	—

Herpertz (32)	Rohr	Funke	Huggins (5) Funke	Gramont (24) Funke
5294 42	1	—	—	—
83 18	3	—	5287	5287 0
52 37	5	—	—	—
38 69	4	—	—	—
31 53	7	4	5229	5230 6
24 44	1	—	—	—
23 29	6	—	—	—
15 59	5	—	—	—
05 43	6	1	—	—
5196 24	1	—	—	—
82 32	7	—	—	—
76 67	1	—	—	—
61 26	7	7	5162	5163 2
41 61	2	—	—	—
34 87	2	—	—	—
32 94	2	—	—	—
30 95	1	—	—	—
25 15	5	—	—	—
21 45	1	—	—	—
14 48	1	—	—	—
12 47	2	—	—	—
07 82	8	8	5104	5105 4
05 71	8	8		
00 81	1	—	—	—
5098 92	1	—	—	—
92 26	1d	—	—	—
82 83	1	—	—	—
78 96	1	—	—	—
72 07	3	—	—	—
69 12	1	—	—	—
43 41	2	—	—	—
40 68	1	—	—	—
4994 62	1	—	—	—

(The values 5104 and 5105 4 are printed with a brace spanning the rows 07 82 and 05 71.)

Herpertz (32)	Rohr	Funke	Huggins (5) Funke	Gramont (24) Funke	Hartley u Adeney (17) Funke	Exner u Haschek (28) Funke
4617 27	6	—	—	—	—	—
07 44	5	2	—	—	—	—
02 71	7	—	—	—	—	—
4599 43	1	—	—	—	—	—
96 44	1	—	—	—	—	—
91 00	7	—	—	4594 0	—	—
82 48	1	—	—	—	—	—
80 89	6	—	—	—	—	—
74 77	4	—	—	—	—	—
74 15	6	—	—	—	—	—
67 93	1	—	—	—	—	—
64 07	1	—	—	—	—	—
0 25	1	—	—	—	—	—
55 16	1	—	—	—	—	—
52 37	7	2u	4551		4550 0	—
50 06	3	—	—	4549 8	—	—
49 22	7	2u	—		—	—
43 74	7	—	—	—	—	—
39 94	8	3u	4537	4537 5	4538 4	4540 0 2u
33 92	2	—	—	—	—	—
32 37	6	—	—	—	—	—
28 61	7	—	—	—	—	—
23 89	3	—	—	—	—	—
18 42	3	—	—	—	—	—
16 12	7	—	—	—	—	—
09 31	6	—	—	—	—	—
07 90	6	—	—	—	—	—
00 46	3	—	—	—	—	—
4494 57	7	—	4497	4496 0	4494 3	4495 5 2u
90 31	1	—	—	—	—	—
88 47	3	—	—	—	—	—
86 40	3	—	—	—	—	—
82 55	2	—	—	—	—	—

(The value 4549 8 is printed with a brace spanning the rows 52 37 to 49 22.)

92 14	1	—	—	—
85 62	9	5	4983	4984 0
78 93	1	—	—	—
32 04	3	—	—	4942 0
15 49	7	—	—	—
4888 76	8	2u	4888	4885 5
46 15	6	—	—	—
12 00	6	1	—	—
02 24	6	1	—	—
4799 65	6	1u	—	—
87 27	6	1u	—	—
42 40	3	—	—	—
37 17	1	—	—	—
35 46	1	—	—	—
30 90	8	—	4732	4730 3
26 12	2	—	—	—
24 51	2	—	—	—
22 62	2	—	—	—
20 38	2	—	—	—
14 00	2	—	—	—
11 46	4	—	—	—
07 79	7	—	—	—
01 45	3	—	—	—
4693 17	3	—	—	—
87 67	1	—	—	—
82 62	1	—	—	—
78 96	1	—	—	—
72 67	7	—	—	—
56 86	3	—	—	—
48 29	3	—	—	—
35 15	4	—	—	—
32 64	6	—	—	—
30 11	7	—	—	—
27 78	6	—	—	4623 0
25 50	2d	—	—	—
21 55	2	—	—	—
19 60	7	—	—	—

4480 54	2	—	—	—	—	—	
75 68	6	—	—	—	—	—	
74 58	8	4u	—	4473 0	4474 0	—	
71 41	5	—	—	—	—	—	
69 02	5	—	—	—	—	—	
66 61	7	—	4464	4465 0	4466 3	66 6	1u
61 93	5	—	—	—	—	—	
61 28	8	—	—	—	—	—	
60 31	5	—	—	—	—	—	
58 76	7	—	—	4457 3	4458 7	—	
56 89	6	—	—	—	—	—	
52 78	3	—	—	—	—	—	
50 83	1	-	—	—	—	—	
47 65	4	—	—	—	—	—	
44 85	1	—	—	—	—	—	
42 39	1	—	—	—	—	—	
40 70	3	—	—	—	—	—	
37 63	3	—	—	—	—	—	
31 76	8	4u	—	4430 0	4431 0	—	
27 41	7	—	—	—	—	—	
21 10	7	—	—	—	—	—	
13 67	7	—	—	} 4412 7	4415 0	—	
12 28	7	—	—			—	
08 96	4	—	—	—	—	—	
04 56	6	—	—	—	—	—	
4394 42	5	—	—	—	—	—	
92 76	4	—	—	—	—	—	
90 08	1	—	—	—	—	—	
88 78	1	—	—	—	—	—	
87 76	1	—	—	-	—	—	
81 29	4	—	—	—	—	—	
77 19	3	—	—	—	—	—	
75 49	2	—	—	—	—	—	
71 41	7	5	} 4369	4379 3	4368 7	} 4368.50	1
67 11	5	3					
65 58	2	—	—	—	—	—	
59 93	5	—	—	—	—	—	

Herpertz (32)	Rohr	Funke	Huggins (5) Funke	Gramont (24) Funke	Hartley u Adeney (17) Funke	Exner u Haschek (28) Funke
4358 09	1	—	—	—	—	—
53 05	8	—	—	—	—	—
52 28	7	5	—	4350 2	4349 0	—
46 49	2	—	—	—	—	—
44 08	1	—	—	—	—	—
42 65	4	—	—	—	—	—
36 88	7	5	4335	4334 5	4335 2	—
31 17	3	—		—	—	—
29 14	1	—		—	—	—
24 13	7	—		—	—	—
21 60	2	—		—	—	—
18 29	2	—		—	—	—
15 89	7	—		4313 7	4315 2	—
10 08	1	—		—	—	—
02 28	8	—		—	4301 0	—
4299 53	6	3		} 4296 5 u	—	—
97 45	6	—			—	—
93 84	1	—		—	—	—
93 38	1	—		—	—	—
78 84	6	1		—	—	—
76.92	1	—		—	—	—
67 26	3	—		—	—	—
65 15	4	—		—	—	—
59 61	4	—		—	—	—
58 39	4	—		—	—	—
49 38	6	—		} 4245 5 u	—	—
43 27	7	—			4244 0	—
47 53	4	—		—	—	—
34 05	3	—		—	—	—
29 49	3	—		—	—	—
28 40	7	2		4229 0	4229 3	4229 5 1 u
26 87	6	2		—	—	—
25 68	5	—		—	—	—

Herpertz (32)	Rohr	Funke	Gramont (24) Funke	Hartley u Adeney (17) Funke	Exner u Haschek (28) Funke
4091 47	1	—	—	—	—
90 02	4	—	—	—	—
88 00	6	—	—	—	—
84 13	6	—	—	—	—
82 98	—	3 u	4082 0	4081 8	4082 8 1 u
82 54	6	—	—	—	—
79 34	1	—	—	—	—
77 05	2	—	—	—	—
71 60	2	—	—	—	—
70.90	1	—	—	—	—
68 27	1	—	—	—	—
67 63	1	—	—	—	—
65 51	7	2	4065 0	4064 3	4064 55 1
62 71	7	—	—	—	—
60 84	2	—	—	—	—
60 08	1	—	—	—	—
58 69	1	—	—	—	—
57 94	3	3	—	—	—
55 58	4	—	—	—	—
52 78	1	—	—	—	—
47 27	1	—	—	—	—
46 76	1	—	—	—	—
42 49	3	—	—	—	—
40 48	1	—	—	—	—
39 23	2	—	—	—	—
37 17	6	1 u	4035 5	4036 0	4037 18 30
34 49	1	—		—	—
32 60	6	—		—	—
31 16	6	—		—	—
27 20	2	—		—	—
26 94	2	—		—	—
25 90	2	—		—	—
22 32	3	—		—	—

22 74	1	—	—	—	—
21 20	7	—	—	—	—
14 77	5	—	—	—	—
09 69	5	—	—	—	—
08 00	7	2	4206 6	4207 3	4208 1 1 u
05 45	4	—	—	—	—
03 14	2	—	—	—	—
02 39	2	—	—	—	—
00 75	4	—	—	—	—
4197 60	7	3 u	4196 2	4197 7	4197 8 1 u
91 98	2	—	—	—	—
90 35	7	—	—	4188 9	4188 00 2
84 79	1	—	—	—	—
82 22	1	—	—	—	—
75 18	1	—	—	—	—
62 85	2	—	—	—	—
60 70	5	2u	—	—	—
57 62	7	—	—	—	—
52 00	1	—	—	—	—
50 85	2	—	—	—	—
44 06	2	—	—	—	—
42 35	1	—	—	—	—
40 58	1	—	—	—	—
38 95	3	—	—	—	—
33 78	2	—	—	—	—
28 40	4	—	—	—	—
25 32	1	—	—	—	—
23 75	4	—	—	—	—
20 70	3	—	—	—	—
19 83	7	3 u	4121 0	4120 0	—
14 31	2	—	—	—	—
11 20	6	—	—	—	—
07 42	5	—	—	—	—
04 39	2	—	—	—	—
02 31	1	—	—	—	—
01 49	6	—	—	—	—
4096.02	2	—	—	—	—

15 63	2	—	—	—
10 66	5	—	—	—
09 15	5	—	—	—
06 31	6	3	4007 0	—
01 24	2	—	—	—
3987 24	1	—	—	—
84 96	1	—	—	—
82 42	4	—	3985 0	—
70.72	1	—	—	—
69 70	1	—	—	—
68 63	—	2	—	—
67 82	4	—	—	—
64 76	1	—	—	—
61 61	1	—	—	—
60 64	3	—	—	—
57 72	1	—	—	—
53 96	3	—	—	—
50 73	1	—	—	—
48 92	1	—	—	—
48 72	6	3 u	3948 5	3948 85 1 u
45 90	5	1 u	—	—
43 54	3	—	—	—
38 31	1	—	—	—
37 95	1	—	—	—
36 45	1	—	—	—
34 65	1	—	—	—
33 81	—	3	—	—
33 48	2	—	—	—
31 26	7	2 u	3930 7	3931 4 1 u
29 37	6	—	—	—
27 92	4	—	—	—
25 92	2	—	—	—
24 61	1	—	—	—
22 61	7	3 u	3921 6	3922 60 100
17 39	3	—	—	—
10 11	1	—	—	—
07.02	1	—	—	—

Herpertz (32)	Rohr	Funke	Hartley u Adeney (17) Funke	Exner u Haschek (28) Funke
3901 68	3	—	—	—
3896 18	5	—	—	—
90 46	3	—	—	—
63 23	2	—	—	—
50 27	1	—	—	—
47 87	1	—	—	—
43 08	7	4u	—	—
42 79	1	—	—	—
41 02	5	—	—	—
37 60	3	—	—	—
28 71	4	—	—	—
24 22	3	—	3824 5	—
03 93	3	—	—	—
01.81	1	—	—	—
3799 55	4	—	3800 7	—
92 21	1	—	—	—
87 36	6	3u	3784 4	—
82 95	6	—	—	—
71 07	4	—	3772 0	—
49 74	5	4u	—	—
41 22	1	—	—	—
40 12	—	2	—	—
23 49	1	—	—	—
20 29	5	—	—	—
12 86	—	1	—	—
3695 62	1	—	—	—
83.56	1	2	—	—
81 52	3	—	—	—
72 94	—	1u	—	—
71 90	6	—	3671 2	—
64 74	3	—	—	—
56 76	5	—	—	—
50 28	1	—	—	—

Kayser u Runge (20) Bogen	Exner u Haschek (30) Bogen	Herpertz (32)	Rohr	Funke	Hartley u Adeney (17) Funke	Exner u Haschek (28) Funke	
—	—	3354 40	—	1	—	—	
—	—	45 05	—	1	—	—	
—	—	30 26	—	1u	—	—	
—	—	19 39	1	—	—	—	
—	—	3283 24	3	—	—	—	
—	—	67 60	1	—	—	—	
—	—	66 15	1	—	—	—	
—	—	—	—	—	3260 1	—	
—	—	56 51	1	—	—	—	
—	—	55 69	6	—	56 2	3256 0 2	
—	—	41 46	2	—	—	—	
—	—	37 19	1	—	—	—	
—	—	32 67	1	—	—	—	
—	—	25 74	1	—	—	—	
—	—	3196 35	3	—	—	—	
—	—	—	—	—	3187 7	—	
—	—	80 78	6	—	81 7	—	
—	—	75 12	3	—	—	—	
—	—	72 02	1	—	—	—	
—	—	66 48	3	—	—	—	
—	—	60 79	1	—	—	—	
—	—	58 10	2	—	—	—	
—	—	26 99	6	2u	25 4	—	
—	—	22 18	4	—	—	—	
3119 69 4	3119 70 3	19 70	5	7	19 2	3119 70 1	1)
—	—	16 65	7	5u	16 1	16 7 2u	
—	—	12 72	3	—	—	—	
—	—	09 01	1	—	07 7 u	—	
—	—	3098 85	4	—	—	—	
—	—	92 98	3	—	—	—	
—	—	91 30	3	—	—	—	
—	—	79 52	5	—	—	—	
3075 44 2	3075 46 2	75 44	5	5	3075 0	—	2)

45 08	4	—	—	—
39 74	—	3	—	—
38 83	1	—	—	—
35 42	1	—	—	—
21 19	3	—	3622 4	—
3597 24	2	—	—	—
91 40	2	—	3591 9	—
86 40	1	—	—	—
83 79	5	—	—	—
72 94	—	3	—	—
59 43	1	—	—	—
56 93	1	—	—	—
51 80	5	—	3551 6	—
50 70	1	—	—	—
48 99	1	—	—	—
45 75	3	—	3545 8	3545 75 1
27 51	2	—	—	—
23 98	1	—	—	—
22 28	1	—	—	—
16 78	1	—	—	—
13 12	6	—	3510 8	—
04 32	3	—	—	—
3498 63	1	—	—	—
77 02	2	—	—	—
73 75	1	—	—	—
72 34	3	—	3471 1	—
41 09	2	—	—	—
37 53	—	2	—	—
32 38	1	—	—	—
01 54	2	—	—	—
3390 28	—	1	—	—
88 09	1	—	—	—
86 02	1	—	—	—
82 55	2	—	—	—
66 93	1	1	—	—

1) Gesetzmassig gelagerte Linie nach Kayser und Runge

—	—	74 00	3	—	—	—	
—	—	71 26	2	—	—	—	
—	—	69 94	1	—	—	—	
—	—	67 82	4	4	—	—	
—	—	62 68	1	—	—	—	
—	—	58 10	6	4u	57 3	—	
—	—	53 49	6	4u	52 6	—	
—	—	48 39	4	1u	—	—	
—	—	45 25	3	—	—	—	
—	—	40 79	2	—	—	—	
—	—	36 20	1d	—	—	—	
3032 96 4	3032 95 4	32 98	6	8	32 2	3032 97 1	1)
—	—	16 75	2	—	—	—	
—	—	13 97	2	—	—	—	
—	—	10 52	1	—	—	—	
—	—	06 18	1	—	—	—	
—	—	03 96	6	2u	03 2	—	
—	—	2999 49	1	—	—	—	
—	—	97 05	2	—	—	—	
2991 11 2	2991 10 3	91 11	5	4	2990 2	2991 2 1	1)
—	—	89 54	4	—	—	—	
—	—	83 84	1	1	—	—	
—	—	82 00	6	1	81 1 u	—	
—	—	71 57	3	—	—	—	
—	—	70 21	2	—	—	—	
—	—	63.85	2	—	—	—	
—	—	61 83	1	—	—	—	
—	—	59 72	6	7	58 7	59 8 3u	
—	—	52 67	2	—	—	—	
—	—	45 40	3	—	—	—	
—	—	43 21	2	—	—	—	
—	—	37 92	1	—	—	—	
—	—	26 32	6	—	25 6	26 3 1u	
—	—	22.19	1	—	—	—	
—	—	17 28	4	—	—	—	

Kayser u Runge (20) Bogen		Exner u Haschek (30) Bogen		Herpertz (32)			Hartley u Adeney (17) Funke		Exner u Haschek (28) Funke		
					Rohr	Funke					
—		—		2911 20	1	—	—		—		
—		—		02 49	1	—	—		—		
2898 83	4R	2898 86	5	2898 83	6	6	2898 2	u	2898 86	2	[1])
—		—		90 24	3	2	89 1		—		
—		—		84 54	6	3u	84 2		—		
60 54	6R	60 60	10	60 57	7	8	59 7		60 60	8	[1])
—		—		—	—	—	43 6		43 80	2	
—		—		36 78	3	3	36 9		—		
—		—		33 2	1u	—	—		—		
—		—		31 26	6	—	—		—		
—		—		30 49	6	8	29 8	u	31 0	1u	
—		—		01 86	2	3	—		—		
—		—		2790 32	1	1	2788 5		—		
—		—		85 45	1	—	—		—		
2780 30	8R	2780 37	10	80 34	8	8	79 5		2780 37	10	[1])
—		—		76 57	—	1	—		—		
—		—		70 01	—	1	70 4		—		
—		—		48 77	2	2	—		—		
45 09	6R	45 12	5	45 09	7	8	44 1		45 10	5	[1])
—		—		41 41	2	1	—		—		
—		—		—	—	—	2690 5		—		
—		—		—	—	—	77 0		—		
—		—		—	—	—	73 8		—		
—		-		—	—	-	69 5		—		
—		—		2663 22	1	2	63 5		—		
—		—		—	—	—	51 5		—		
—		—		—	—	—	30 2		—		
—		—		14 09	1	1	11 2		—		
—		—		02 99	6	4	00 8	u	—		
—		—		2598 10	1	—	2597 1		—		
—		—		—	—	—	93 9		—		
—		—		—	—	—	76 0		—		
—		-		—	—	—	71 6		—		
—		—		—	—	—	59 5		—		
—		—		28 49	1	5	27 9		—		
—		—		27 52	5	4u	26 0		—		
—		—		12 06	1	—	—		—		
—		—		09 13	1	1	—		—		
—		—		—	—	—	2496 9		—		
2492 98	1	2493 02	2	2492 96	4	5	91 9		2493 07	4	[1])
—		—		90 39	1	—	89 1		—		
—		—		78 60	4	—	—		—		
—		—		65 60	1	—	64 1	u	-		
—		—		64 64	1	—	—		—		
—		—		63 84	1	—	—		—		
—		—		61 37	3	—	61 0	u	—		
56 61	4R	56 60	3	56 59	5	7	56 2		56 62	4	
—		—		53 93	4	—	—		—		
—		—		45 61	1	—	—		—		
37 30	1	37 30	1	37 29	3	5	36 9		37 30	1	[1])
—		—		35 94	1	1	35 0		—		
—		—		—	—	—	32 5		—		
—		—		17 49	5	—	15 8	u	—		
—		—		05 72	2	—	03 4	u	—		
—		—		—	—	—	02 6	u	—		
2381 28	4R	2381 26	2	2381 27	5	5	2381 0		2381 32	2	
70 85	4R	70 85	2	70 85	4	5	70 8		70 87	3	
69 75	4R	69 71	2	69 76	4	5	69 7		69 75	3	
63 12	2	63 13	1	63 10	—	3	62 8		63 10	1	
49 92	10R	49 88	4R	49 92	4	5	50 1		50 02	10	[1])
—		—		44 12	2	5	44 3		—		

1) Gesetzmässig gelagerte Linie nach Kayser und Runge

Kayser u Runge (20) Bogen	Exner u Haschek (30) Bogen	Herpertz (32)	Rohr	Funke	Hartley u Adeney (17) Funke	Exner u Haschek (28) Funke	
—	—	—	—	—	2320 7	—	
—	—	2306 7	2	—	—	—	
—	—	02 45	2	—	—	—	
2288 19 10R	2288 18 4R				2288 9 u	2288 28 3	
—	—				79 0 u	—	
71 46 4	71 46 1				72 3	71 53 1	1)
66 79 4					67 5	66 82 1	
28 77 2					30 0 u	29 96 1	1)
06 08 2					07 0	—	1)
05 28 2					—	2192 21 2	1)
2183 07 1					2182 5	—	1)
76 37 1					76 8	—	
65 64 4					65 4 u	65 53 2	1)
—					56 7	56 3 1	
—					51 0	—	
—					47 8	—	
44 21 4					44 5 u	—	1)
33 92 2					35 2 u	34 37 1	1)
13 14 2					12 2 u		1)
2089 71							
89 02							
69 96							
67 26							
65 52							
10 23							
09 31							

1) Gesetzmassig gelagerte Linie nach Kayser und Runge

Bandenspectrum.

Wie schon bemerkt, existirt zweifellos ein Bandenspectrum des As Spuren davon sind von Ciamician [13] und Herpertz [32] im Geisslerrohr bei kleinem Druck ohne Condensator bemerkt, namentlich im langwelligen Theil, und Lockyer [11] hat es in Absorption gesehen Aber bisher liegt keine Messung vor, und fur die Darstellung in Emission ist keine brauchbare Methode gefunden, es erscheint dabei vielmehr wie ein fast continuirliches Spectrum, so zeigt es die Photographie von Hartley [16]

Dagegen hat de Watteville [34] neuestens ein Bandenspectrum im Ultraviolett erhalten, indem er eine Auflosung von Arsen in Konigswasser oder eine wassrige Losung von arseniger Saure zerstaubt dem Gase beimischt Dann erscheinen die Banden an der Basis der Flamme, in der heissesten Region — Watteville hat vier nach Violett abschattirte Gruppen erhalten, deren erste Kanten er misst, vor jeder Kante liegt eine isolirte Linie:

Linien 2635 5, 2571 0, 2504 5, 2438 5
Kanten 2634 5, 2570 0, 2503 5, 2437 30

GOLD (Au = 197.2)

Literatur

[1] H F Talbot, Facts relating to optical science Phil Mag (3) **9** p 1—4 (1836) Funke

[2] D Alter, On certain physical properties of light produced by the combustion of different metals, in the electric spark, refracted by a prism. Americ J (2) **18** p 55—57 (1854) Funke

[3] A Masson, Etudes de photometrie electrique Ann chim et phys (3) **45** p 385—454 (1855) Funke

[4] G Kirchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und die Spectra der chemischen Elemente Abhandl Berlin Akad 1861 p 63—95, 1863 p 227—240 Funke

[5] W A Miller, On the photographic transparency of various bodies and on the effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark Phil Trans **152,** II p 861—887 (1862) Funke, ultraviolette Photographie

[6] W Huggins, On the spectra of some of the chemical elements Phil Trans **154,** II p 139—160 (1864) Funke

[7] A Mitscherlich, Ueber die Spectren der Verbindungen und der einfachen Körper Pogg Ann **121** p 459—488 (1864) Chloridspectrum

[8] F Brasack, Spectralanalytische Untersuchungen Abhandl. Naturf-Ges Halle **9** p. 1—16 (1864) Empfindlichkeit

[9] E Diacon, Recherches sur l'influence des elements electro-negatifs sur le spectre des métaux Ann chim et phys (4) **6** p 5—25 (1865) Chlorid

[10] R Thalén, Om spectralanalys Upsala Univers årsskr 1866 Funke

[11] R Thalén, Mémoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies métalliques Nova acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868) Funke

[12] Lecoq de Boisbaudran, Sur quelques spectres métalliques C. R **77** p 1152—1154 (1873) Funke nach Lösung

[13] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux Paris 1874 Funke nach Lösung und Flamme

[14] J N Lockyer and W. Chandler Roberts, On the absorption spectra of metals volatilized by the oxyhydrogen flame Proc Roy Soc. **23** p 344—349 (1875) Absorption durch Metalldampfe

[15] G Ciamician, Ueber die Spectren der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen Wien Ber **76,** II p 499—517 (1877) Funke nach Lösung.

[16] J Parry and E A Tucker, On the application of the spectroscope to the analysis of iron and steel Engineering **27** p 127—128, 429—430, **28** p 141—142 (1879) Funke nach Lösung

[17] W N Hartley, Photographs of the spark spectra of twenty-one elementary substances (1881). Trans Roy Dublin Soc (2) **1** p 231—238 (1883) Funke

[18] G D Liveing and J Dewar, On the ultra-violet spectra of the elements Phil Trans **174,** I p 187—222 (1883) Bogen

[19] G. Kruss, Untersuchungen uber das Gold Liebig's Ann **238** p 30—77 (1887) Funke nach Lösung

[20] E Demarçay, Remarques sur quelques raies spectrales de l'or C R **106** p 1228—1229 (1888) Gegen Voriges

[21] V Schumann, Zur Photographie der brechbarsten Strahlen Photogr Rundschau **41** p 71—80 (1890) Kurzeste Wellenlangen.

[22] F Mc Clean, Comparative photographic spectra of the sun and the metals Monthly Not R Astron Soc **52** p 22—33 (1891) Mit Atlas Funke

[23] H Kayser und C Runge, Die Spectren von Kupfer, Silber und Gold Abhandl. Berlin Akad 1892 Wiedem Ann **46** p 225—243 (1892). Bogen

[24] W N Hartley, Flame spectra at high temperatures I Oxy-hydrogen blowpipe spectra Proc Roy Soc **54** p 5—7 (1893), Phil Trans **185** A p 161—212 (1894). Knallgasflamme

[25] A de Gramont, Sur les spectres d'étincelles de quelques mineraux C R **118** p 591—594 (1894) Funke

[26] A de Gramont, Analyse spectrale directe des mineraux Paris 1895 Funke

[27] E Demarçay, Spectres electriques Paris 1895 Funke nach Lösung

[28] J. M Eder u E Valenta, Ueber die Spectren von Kupfer, Silber und Gold Denkschr Wien Akad **63** p 189—235 (1896), Beitrage zur Photochemie p 161—213 Funke

[29] Lecoq de Boisbaudran, Examen de quelques spectres C R **124** p 1288—1290, 1419—1421 (1897) Gegen Voriges

[30] W J Humphreys, On the change of wave-frequencies of the lines of emission spectra Astrophys J **6** p 169—232 (1897) Druckverschiebung

[31] Fr Exner u E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **107**, IIa p 792—812 (1898) Funke

[32] A A Michelson, Radiation in a magnetic field Nat **59** p 440—441 (1899) Zeeman Effect

[33] J M Eder u E Valenta, Normalspectren einiger Elemente zur Wellenlangenbestimmung im aussersten Ultraviolett Denkschr Wien Akad **68** p 531—554 (1899), Beitrage zur Photochemie p 377—403 Funke

[34] W N Hartley and H Ramage, Banded flame-spectra of metals Trans Roy Dubl Soc (2) **7** p 339—352 (1901) Knallgasflamme

[35] W E Adeney, Photographs of spark spectra from the large Rowland spectrometer Trans. Roy Dublin Soc (2) **7** p 331—338 (1901) Funke

[36] F Exner und E Haschek, Tabellen der Funkenspectren Wien 1902

[37] A Hagenbach u H Konen, Atlas der Emissionsspectra Jena 1905. Funken und Bogen

[38] F Exner u E Haschek, Tabellen der Bogenspectra Wien 1904

[39] H W Morse, Spectra from the Wehnelt interruptor Astrophys J **21** p 223—235 (1905) Im Wehneltunterbrecher

[40] P G Nutting, Line structure Astrophys J **23** p 64—78 (1906) Structur der Linien

[41] A de Gramont, Sur les raies ultimes ou de grande sensibilité des métaux, dans les spectres de dissociation C R **144** p 1101—1104 (1907) Hauptlinien

[42] J E Purvis, The influence of a strong magnetic field on the spark spectra Proc Cambridge Phil Soc **14** p 217—227 (1907) Zeeman-Effect

[43] W Hartmann, Das Zeeman-Phanomen im sichtbaren Spectrum von Kupfer, Eisen, Gold und Chrom Dissert Halle 1907, bei Kammerer Zeeman-Effect

[44] W N Hartley, An investigation of the connexion between band and line spectra of the same metallic elements Trans Roy Dublin Soc (2) **9** p 85—138 (1908) In Knallgasflamme

Die ersten Spuren eines Goldspectrums hat Talbot [1] von „electrisch verbranntem" Golde erhalten Dann liefern Alter [2] und Masson [3] eine kleine Zeichnung des Funkenspectrums Die erste Messung einiger Funkenlinien macht Kirchhoff [4], das Ultraviolett erreicht zuerst Miller [5] in einer kleinen Photographie Dann liefert Huggins [6] eine Messung des sicht-

baren Funkenspectrums, Brasack [8] sagt, dass man mittelst des Funkenspectrums noch 0.00025 mgr Au nachweisen könne.

Inzwischen hatte Mitscherlich [7] gefunden, dass, wenn man Goldchlorid in Wasserstoff verdampft, in der Flamme des H Banden der Verbindung auftreten, und auch Diacon [9] sieht solche, freilich schnell verschwindende Banden, wenn er $AuCl_3$ in eine H-Cl Flamme bringt.

Thalén giebt erst eine Zeichnung [10], dann [11] eine Messung des sichtbaren Funkenspectrums des Metalls, während Lecoq [12 und 13] das Spectrum des Funkens nach der Lösung des Chlorids und das Spectrum des Chlorids in der Flamme zeichnet und misst. Namentlich in letzterem Falle treten die Banden sehr characteristisch auf. Auch Ciamician [15] erhält sie durch Funken nach Lösung, dieselbe Untersuchungsweise wenden Parry und Tucker [16] an.

Bei der Untersuchung der Absorption, welche Golddämpfe ausüben, finden Lockyer und Roberts [14] nur continuirliche Absorption im Roth und Blau. — Hartley [17] photographirt das Funkenspectrum, Liveing und Dewar [18] messen drei Linien des ultravioletten Bogenspectrums.

Bei einer Untersuchung des Spectrums von Funken nach Goldchloridlösung erhält Kruss [18] Abweichungen gegen Lecoq's Resultate. Dagegen wendet sich Demarçay [20]. — Nachdem Mc Clean [22] eine Photographie des Funkenspectrums zwischen 570 und 380 veröffentlicht hat, aus welcher man aber nur mit geringer Genauigkeit die Wellenlängen ablesen kann, liefern Kayser und Runge [23] die erste eingehende Messung des Bogenspectrums.

Eine ausführliche Untersuchung der in der Knallgasflamme auftretenden Linien und Banden unternimmt Hartley, zum Theil mit Ramage [24, 34, 44], hier findet sich auch eine Photographie des Spectrums.

Das Spectrum des Metallfunkens behandeln in zwei Arbeiten Eder und Valenta [28, 33], sie erreichen dabei sehr kurze Wellenlängen, deren Existenz zuerst Schumann [21] constatirt hatte. Die zweite Arbeit enthält auch eine Photographie des Funkenspectrums. Ferner sind Messungen am Metallfunken von Exner und Haschek [31, 36] vorhanden zwischen den Grenzen 460 und 211, und von Adeney [35], Hagenbach und Konen [37] veröffentlichen in ihrem Atlas eine Photographie des Funken- und Bogenspectrums. Funken nach Mineralien untersucht de Gramont [25, 26], Funken nach Lösung Demarçay [27], auch Lecoq [29] beschäftigt sich noch einmal mit letzterem Spectrum, wobei er sich zum Theil gegen Eder und Valenta [28] wendet. — Moise [39] untersucht das Spectrum im Wehneltunterbrecher (Goldelectroden in Salzsäure), das im Allgemeinen mehr dem Funken- als dem Bogenspectrum ähnelt; doch treten Banden auf. Das Bogenspectrum ist noch einmal von Exner und Haschek [38] zwischen 449 und 235 gemessen worden.

Von weiteren Untersuchungen ist zu erwähnen: Die feinere Structur der Linien bespricht Nutting [40]: alle Linien sind einfach. — Den Zeeman-

Effect an einigen Linien beschreiben Michelson [32], Purvis [42] und Hartmann [43], als raies ultimes bezeichnet Gramont [41] die Linien 3123 und 2679.

Linienspectrum.

Das Linienspectrum des Goldes erhält man durch den Bogen und den Funken. Wie gewöhnlich ist das Funkenspectrum sehr viel linienreicher. Eder und Valenta [28] heben hervor, dass auch das Funkenspectrum je nach der Art der Entladung ungewöhnlich veränderlich ist, bei sehr starken Funken werden einzelne Linien hervorragend stark, die bei mittleren Entladungen eben sichtbar sind. — Auch bei Funken nach Lösungen und bei Einführung von Salzen in die Flamme treten Linien auf.

Die älteren Messungen von Kirchhoff [4], Huggins [6] und Thalén [11] lasse ich fort, da sie durch die neueren Angaben bestätigt aber überholt sind. Nur für die längsten Wellen liegen Angaben ausschliesslich von Huggins vor, und diese seien hier angeführt:

6710, 7670, 6660, 6457, 6428, 6304, 6291.

Von hier an beginnen neue Messungen.

Kayser u. Runge (23) Bogen		Eder u. Valenta (28) Funke		
6278.37	4	6278.37	3	1) 5) 6)
—		5961.40	2	6)
5957.24	4	57.24	2	1) 5) 6)
—		21.43	1u	
—		5881.57	1u	6)
5863.17	4	63.23	3	1) 3) 6)
5837.64	6	37.69	6	1) 3) 5) 6)
—		19.64	1u	
—		5789.11	2u	6)
—		67.46	1u	
—		62.21	1u	
—		60.14	5	6)
—		42.25	2u	
—		32.52	2u	
—		30.88	1U	
—		5727.11	3	1) 6)
—		11.14	4u	
—		5692.49	1u	
—		88.70	3	
—		79.65	1u	
—		66.82	1u	
—		62.90	1u	
5656.00	4	55.95	6	1) 3) 5) 6)
—		51.02	1u	
—		49.44	1u	
—		48.11	1U	
—		45.91	3U	
—		44.51	3u	
—		41.61	3	
—		19.99	1u	

1) Von Lecoq (13) im Funken nach Chlorid gesehen. Er giebt ausserdem noch 5458, 5347, 5310, 5287, 5259, 5242, 5230, 5210, 5172, 5125, 4338. — Krüss (19), dessen Messungen recht schlecht sind, findet im Wesentlichen alle Linien von Lecoq, ausserdem noch 5961, 5921, 5648, 5465, 5355, 4607, 4016, er bestreitet die Zugehörigkeit von 5230, 5210, 4437, 4338, 4064. — Demarçay und Lecoq (20, 29) lassen 4338 fallen, die übrigen halten sie aufrecht.

3) Von Morse (39) im Wehneltunterbrecher gesehen, ausserdem noch 5611, 4861?, 3750, 3572.

5) Für Zeeman-Effect untersucht (32, 42, 43).

6) Von Gramont (26) im Funken beobachtet, daneben noch 6304 und 6291, die nur Huggins gemessen hat.

Kayser u Runge (23) Bogen	Eder u Valenta (28) Funke	
—	5600 36 2 u	
—	5598 48 4 u	6)
—	94 50 3 u	
—	93 93 3	
—	91 49 2 u	
—	88.08 4 U	
—	85 87 1 U	
—	78 72 5 U	3) 6)
—	76 42 1 u	
—	66 92 1 u	
—	65 38 2 U	
—	59 82 3	
—	50 47 1	
—	43 93 4 u	
—	32 69 3	
—	20 67 3	
—	14 60 1 U	
—	11 70 1 U	
—	06 42 1 U	
—	5495 86 1 u	
—	87 87 1 u	
—	65 87 1 u	3)
—	28 64 3	
—	23 66 1 u	
—	18 77 1 u	2)
—	13 42 3	
—	09 80 1	
—	5394 69 3 U	
—	83 73 1 u	
—	81 38 2 u	
—	63 63 2 u	2)
—	55.05 2 u	

Kayser u Runge (23) Bogen	Exner u Haschek (38) Bogen	Eder u Valenta (28) Funke	Exner u Haschek (36) Funke	
—	—	4686 96 1	—	
—	—	84 30 6	—	
—	—	83 84 6	—	
—	—	79 21 1	—	
—	—	73 24 6	—	
—	—	49 96 3 U	—	
—	—	43 26 3	—	
—	—	40 72 1	—	
—	—	37 37 3	—	
—	—	33 23 3	—	
—	—	30 58 3	—	
—	—	27 98 3	—	
—	—	22 02 2 U	—	
—	—	14 85 2	—	
—	—	14 19 1	—	
—	—	11 98 1	—	
—	—	07 80 6	4607 75 3	1) 3) 6)
—	—	01 57 2	—	
—	—	4587 91 7 U	4588 0 1 u	
—	—	83 87 3	—	
—	—	82 05 4	—	
—	—	77 74 2	—	
—	—	76 15 2	—	
—	—	73 14 1	—	
—	—	70 85 1	—	
—	—	59 05 6 u	—	
—	—	49 64 6 u	—	
—	—	43 86 3 u	—	
—	—	41.40 4	—	
—	—	23 20 4 u	—	
—	—	4492 49 2 u	—	
4488.46 4	4488 41 1	88 43 8	4488 47 4 r	1) 3) 6)

Kayser u Runge (23) Bogen	Exner u Haschek (38) Bogen	Eder u. Valenta (28) Funke	Exner u Haschek (36) Funke	
—	—	4170 0 1 u	—	
—	—	42 30 1 u	—	
—	—	28 80 1 u	28 8 1 u	
—	—	26 31 2 u	—	
—	—	18 52 1 u	—	
—	—	4089 95 2 u	—	
4084 26 2	—	84 31 4	84 29 2	3)
—	—	—	83 42 1	
—	—	76 60 3	76 49 2	
—	—	70 76 1	—	
65 22 6	4065 24 3	65 20 10	65 22 10	1) 3) 4) 5) 6)
—	—	—	61 2 1 u	
—	—	53 0 6	52 98 6	3)
41 07 2	41 10 1	41 07 4	41 10 2	3) 4)
—	—	28 66 2	28 63 1	
—	—	21 83 1 u	—	
—	—	20 86 1 u	20 81 1	
—	—	16 27 8	16 20 5	3)
—	—	12 87 2	12 75 1 u	
—	—	10 63 1	—	
—	—	02 57 3	—	
—	—	01.60 3	—	
—	—	3996 96 1	—	
—	—	91 64 1	—	
—	—	90.0 1	—	
—	—	86 48 1 u	—	
—	—	86 04 1 u	—	
—	—	84 18 1 u	—	
—	—	82 87 2 u	—	
—	—	79 72 3 u	3979 70 1	
—	—	76 80 3 u	76 75 1	
—	—	71 80 3 u	—	

—	51 36 1 U	2)	37 44 4	37 46 1	37 37 4	37 50 3 1	1) 3) 6)	—	—	59 35 5	59 29 2	
—	5269 41 1 u		—	—	20 69 3	20 81 2		—	—	50 19 2	—	
—	65 83 1 u		—	—	10 55 2 u	—		—	—	45 69 2 U	—	
—	62 05 3	2) 6)	—	—	4395 72 3 u	4395 6 1 u		—	—	45 19 1 U	—	
5230 47 4	30 53 8	1) 3) 5) 6)	—	—	82 25 2 u	—		—	—	37 80 1 U	—	
—	03 21 1		—	—	73 70 2	—		—	—	36 42 1 u	—	
—	5147 76 3	1)	—	—	70 46 8	—		—	—	33 16 4	—	
—	42 62 1 u	2) 6)	4364 72 1	—	—	—		—	—	27 82 3	27 8 1	
—	08 20 2 U		—	—	28 65 1	—		—	—	22 66 1	—	
—	5087 87 1 u		—	4315 32 1	15 34 8	15,30 5 r	1) 3) 6)	—	—	20 28 1	—	
5064 75 2	64 76 5	1) 2) 3) 6)	—	—	10 70? 1	—		—	—	19 08 1 u	—	
—	41 83 1 u	2)	—	—	09 21? 1	—		—	—	16 15 6	16 1 1	
—	16 51 1 u		—	—	03 15? 1	—		—	—	15 03 2	14 9 1	
—	05 10 2		—	—	4292 80 1	—	5)	—	—	—	14 4 1	
—	01 39 2		—	—	90 20 1 u	—		3909 54 2	3909 49 1	09 60 3	09 54 2	3) 4)
—	4973 63 1 u		—	—	80 60 1 u	—		—	—	—	07 80 1	
—	49 05 2 u		—	—	79 24 1 u	—		—	—	03 47 2	—	
—	20 50 2		—	—	76 0 1 u	—		—	—	00 72 2	—	
—	02 45 4		—	—	60 01 2	4260 1 1		3898 04 4 u	—	3898 03 10	3898 05 10 r	3) 4) 5)
—	4828 70 1		—	—	55 0 3 u	—		—	—	95 65 1 u	—	
—	13 58 2 U	1)	4241 99 2	4242 00 1	41 95 3 u	42 00 2	3)	—	—	93 52 1 u	—	
—	11 57 5	3) 5) 6)	—	—	21 87 2 U	22 00 1		—	—	92 65 3	—	
4792 79 6	4792 79 8 U	1) 3) 5) 6)	—	—	19 11 1 u	—		—	—	89 58 2 u	89 60 1	
—	60 34 2		—	—	11 0 2 u	—		—	—	—	84 4 1	
—	53 90 3		—	—	4199 54 2 u	—		—	—	—	83 48 1	
—	15 43 1		—	—	86 29 2 u	—		—	—	80 34 3	80 37 1	
—	12 92 2		—	—	84 65 1 u	—		—	—	77 45 4	77 40 1	
—	01 63 2		—	—	75 28 3 U	—		—	—	74 96 4	74 83 3	3)
—	4698 50 3		—	—	72 90 2 u	4172 93 1		—	—	72 81 2	—	
—	96 12 2		—	—	71 42 2 u	—		—	—	—	71 47 1	

1) Von Lecoq (13) im Funken nach Chlorid gesehen Er giebt ausserdem noch 5458, 5347, 5310, 5287, 5259, 5242, 5230, 5210, 5172, 5125, 4338 — Kruss (19), dessen Messungen recht schlecht sind, findet im Wesentlichen alle Linien von Lecoq, ausserdem noch 5961, 5921, 5648, 5645, 5353, 4607, 4016, er bestreitet die Zugehörigkeit von 5230, 5210, 4437, 4338, 4064 Demarçay und Lecoq (20, 29) lassen 4338 fallen, die übrigen halten sie aufrecht 2) Von Lecoq (13) in Flamme gesehen, daneben noch 5477, 5458, 5437, 5328, 5311, 5286, 5244, 5222, 5210, 5158, 5125, 5102, 5080 3) Von Morse (39) im Wehneltunterbrecher gesehen, ausserdem noch 5611, 4861?, 3750, 3572 4) Von Humphreys (30) auf Druckverschiebung untersucht 5) Für Zeeman-Effect untersucht (32, 42, 43) 6) Von Gramont (26) im Funken beobachtet

Kayser u Runge (23) Bogen	Exner u Haschek (38) Bogen	Eder u Valenta (28) Funke		Exner u Haschek (36) Funke		
—	—	—		3869 75	1	
—	—	3868 50	2 u	—		
—	—	65 70	4	—		
—	—	—		63 8	1	
—	—	59 53	3	59 5	1 u	
—	—	56 60	2U	—		
—	—	—		55 8	1 u	
—	—	—		54 95	1 u	
—	—	53 76	6	53 75	2 u	
—	—	—		47 58	1	
—	—	45 02	4	45 1	1 u	
—	—	39 60	1	—		
—	—	38 66	1	—		
—	—	37 70	1 u	—		
—	—	—		36 65	1	
—	—	34 42	1	—		
—	—	31 31	4	31 3	1 u	
—	—	29 52	3	29 5	1 u	
—	—	28 56	2	—		
—	—	25 87	8	25 9	2 u	
—	—	23 20	4	23 1	1 u	
—	—	22 11	6	22 1	2 u	
—	—	20 45	2	—		
—	—	16 50	5	16 4	1 u	
—	—	14 30	2 u	—		
—	—	11 60	2 u	—		
—	—	10 41	2 u	—		
—	—	06 95	2U	—		
—	—	04 22	4	04 14	6	5)
—	—	00 75	3	—		
—	—	3799 44	2 u	—		
—	—	96 15	3 u	3796 05	1 u	3)

Kayser u Runge (23) Bogen	Exner u Haschek (38) Bogen	Eder u Valenta (28) Funke		Exner u Haschek (36) Funke		
—	—	3681 39	2 u	3681 6	1 u	
—	—	77 62	1	—		
—	—	76 62	1	—		
—	—	75 11	1	75 0	1 u	
—	—	74 0	1	—		
—	—	72 93	2	—		
—	—	71 34	2	—		
—	—	64 61	1	—		
—	—	63 70	1	—		
—	—	62 57	1	—		
—	—	61 79	1	—		
—	—	58 05	1	—		
—	—	57 35	2	—		
—	—	54 56	1	54 9	1 u	
—	—	54 22	2	54 2	1 u	
—	—	53 66	3	53 7	1 u	
—	—	50 93	2	50 90	1	3)
—	—	49 25	4	49 3	2 u	
—	—	47 90	1	—		
—	—	—		43 0	1 u	
—	—	42 66	2 u	42 5	1 u	
—	—	37 57	3	37 5	1 u	
—	—	35 21	4	35 28	2	
—	—	33 40	5	33 40	4	
—	—	32 81	2	32 7	1 u	
—	—	31 02	1	—		
—	—	27 47	1 u	27 4	1 u	
—	—	25 32	2 u	25 3	1 u	
—	—	23 73	3	23 9	1 u	
—	—	—		23 6	1 u	
—	—	22 93	6	22 8	1 u	
—	—	20 13	1 u	20 5	1 u	

—	—	87 37	2	—		—		—		20 11	2u	20 0	1u	
—	—	83 30	2	—		—		—		14 17	3	14 20	3u	
—	—	80 13	5	80 1	1u	—		—		10 95	1	—		
—	—	77 25	2	—		—		—		—		09 75	1	
—	—	73 31	4	73 30	1	—		—		07 59	3	07 7	1u	
—	—	71 12	3	—		—		—		04 94	2	05 0	1u	
—	—	70 14	4	70 1	1u	—		—		01 47	4	01 23	1	
—	—	65 76	4	65 70	1	—		—		3598 28	2u	3598 23	1	
—	—	65 10	3	65 0	1u	—		—		94 20	2	94 35	1	
—	—	63 10	2	—		—		—		91 90	2	92 1	1u	
—	—	59 03	3	—		—		—		86 66	7	86 85	5	3) 5)
—	—	54 85	3	—		—		—		81 45	4U	—		
—	—	52 90	3	52 9	1u	—		—		76 11	1	—		
—	—	46 5	1U	—		—		—		73 94	1u	—		
—	—	44 54	2	—		—		—		65 99	2	66 1	1	
—	—	36 82	2	—		3553 72	2	—		57 13	2U	57 3	1u	
—	—	32 68	2	—		—		—		55 58	3	55 60	1	
—	—	30 92	2	—		—		—		53 72	6	53 71	3	3)
—	—	24 46	2	—		—		—		—		51 69	1	
—	—	18 02	2	—		—		—		—		51 1	1u	
—	—	16 89	1	—		—		—		—		50 7	1u	
—	—	14 96	1	—		—		—		49 26	2	49 3	1u	
—	—	08 30	4	08 2	1	—		—		48 26	1	48 2	1u	
—	—	06 99	4	07 0	2u	—		—		41 71	3	41 7	1u	
—	—	02 49	3	02 5	1u	—		—		39 18	3u	39 2	1u	
—	—	3698 65	2	3698 6	1u	—		—		28 25	2u	28 2	1u	
—	—	95 68	2	95 8	1u	—		—		23 42	3	23 50	1	
—	—	94 14	2u	—		—		—		16 40	1u	17 05	1	
—	—	91 66	2	—		—		—		15 19	1u	—		
—	—	90 18	1	90 3	1u	—		—		06 17	1u	—		
—	—	87 60	3	—		—		—		04 62	1u	—		
—	—	86 21	2	86 15	1u	—		—		01 85	1u	—		
—	—	84 0	1U	—		—		—		3496 08	2	—		
—	—	—		83 0	1u	—		—		92 99	1	93 10	1	

5) Fur Zeeman-Effect untersucht (32, 42, 43)

3) Von Morse (39) im Wehneltunterbrecher gesehen, ausserdem noch 3750, 3572

Kayser u Runge (23) Bogen	Exner u Haschek (38) Bogen	Eder u Valenta (28) Funke	Exner u Haschek (36) Funke	
—	—	3487 34 1	—	
—	—	84 60 1	—	
—	—	76 58 1 u	—	
—	—	74 36 1 u	—	
—	—	71 76 1	—	
—	—	70 47 1	3570.45 1	
3467 19 1 u	—	—	—	
—	—	52 27 2	52 4 1	
—	—	37 32 1	—	
—	—	10 97 1 u	—	
—	—	—	04 73 1	
—	—	—	04 05 1	
—	—	00 28 2	—	
—	—	3398 95 2	—	
—	—	93 87 1	3393 7 1 u	
—	—	83 05 3	—	
—	—	82 26 1	82 1 1 u	
—	—	—	73 02 1	
—	—	—	61 38 Ti? 1	
—	—	60.47 2 u	—	
—	—	58 61 1	58 5 1 u	
—	—	55 35 1	55 32 1	
—	—	—	49 60 1	
—	—	31 74 1	—	
—	—	—	24 9 1	
—	—	—	23 3 Rh? 1	
3320 32 4 r	3320 3 1	20 32 2 u	20.35 1	
—	—	—	18 7 1	
—	—	10 34 2	10 04 1	
08 42 2	08 44 1	08 36 3	08 46 2	
—	—	3286 56 2U	3286 2 1 u	
—	—	80 72 6	—	

Kayser u Runge (23) Bogen	Exner u Haschek (38) Bogen	Eder u Valenta (28) Funke	Exner u Haschek (36) Funke	
—	—	3106 70 1	3106 80 1	
—	—	04 09 2	04 0 1 u	
—	—	—	02.8 1 u	
—	—	3093 28 3 u	3093 4 1 u	
—	—	91.47 1	91 4 1 u	
—	—	—	66 85 1	
—	—	—	64.81 Pt? 1	
—	—	45 83 2	—	
3038 25 1 u	—	—	—	
33 38 6U	—	33 35 4U	33 3 2 u	
29 32 6	3029 29 8	29 32 6	29 30 5	[5])
24 67 2U	—	—	—	
—	—	15 93 4	15 94 2	
14 32 2 u	—	14 50 2 u	14 3 1 u	
—	—	01 81 2	—	
—	—	—	2998 06 Pt? 1	
—	—	2995 13 8	95 12 5 r	
—	—	90 38 6	90 40 5	
—	—	82 21 5	82 23 2	
2975 73 1 u	—	—	—	
73 67 2U	—	73 63 1U	—	
70 55 2 u	—	70 66 1 u	—	
63 89 4 u	—	63 91 1	63 9 1 u	
62 12 1U	—	—	—	
—	—	59 90 1U	—	
—	—	59 11 1U	—	
—	—	54 64 6	54 55 4	
32 33 6 u	2932 30 1	32 33 5	32 30 4	
—	—	—	29 92 1	
—	—	18 48 4	18 51 2	
13 63 4	—	13 63 10	13 63 10	[5]) a)
—	—	07 18 5	07 18 4	

—		—		77 88	2 u	—		
—		—		73 84	4 u	73 83	1	
—		—		71 63	2 u	—		
—		—		70 17	2 u	70 3	1 u	
—		—		66 96	4	67 2	1 u	
3265 18	2	—		65 18	4	—		
—		—		53 86	2U	—		
—		—		51 73	2 u	—		
—		—		43 34	2 u	43 50	1	
—		—		—		42 83	1	
30 73	4 u	—		30 73	8	30 79	3	
—		—		28 0	5	28 13	1	
—		—		23 03	2 u	—		
—		—		21 94	4	22 15	1	
—		—		19 59	3	—		
—		—		17 69	2	—		
—		—		16 14	2	—		
—		—		12 0	1	—		
—		—		11 03	4	11 15	1	
3204 81	4 u	—		04 75	8	04 87	2	
3194 82	4 u	—		3194 90	5	3194 82	2	
81 90	1 u	—		—		—		
—		—		65 02	2	65 0	1 u	
—		—		56 73	5	56 70	2	
—		—		46 52	3	46 50	1	
—		—		45 77	1	45 65	1	
—		—		38.93	3 u	39 05	1	
—		—		33 18	2 u	33 15	1 u	
—		—		31 75	1 u	31 05	1 u	
—		—		29 86	2 u	—		
27 03	1 u	—		27 24	4	27 1	1 u	
22 88	6R	3122 92	10	22 88	10	22 92	8	4) 5)
—		—		—		22 62	5	
—		—		—		19 7	1 u	
17 08	4 u	—		17 20	3	17 0	1 u	

4) Von Humphreys (30) auf Druckverschiebung untersucht

a) Von λ 2913 6 an ist Eder und Valenta (33) genommen

05 98	6 u	06 00	1	06 07	3 u	06 04	3 r	
—		—		2893 51	5	2893 52	2	
92 07	4 u	—		92 05	3	92 06	2	
—		—		85 68	3	85 69	2	
83 55	4	2883 56	1	83 59	4	83 56	3	
—		—		64 63	1 u	64 65	1	
—		—		60 80	1 u	—		
—		—		57 04	3 u	57 00	2	
—		—		52 65	2 u	52 65	1	
—		—		52 30	1 u	—		
—		—		47 23	5	47 20	2	
—		—		38 16	7	38 14	5	
—		—		—		36 03	1	
—		—		35 55	2	35 56	1	
—		—		—		33 75	1	
—		—		33 16	2	33 16 Pb?	2	
—		—		—		30 37	1	
—		—		25 56	6	25 56	4	
—		—		22 87	5	22 81	4	
—		—		20 11	10 u	20 08	8	
—		—		05 44	2	05 42	2	
—		—		02 35	10	02 31	20	
—		—		2795 63	3	2795 65	1	
—		—		—		94 32 Pt?	1	
—		—		80 93	3	80 94	3	
—		—		—		51 10	1	
—		—		—		48 9	1 u	
2748 35	4R	2748 36	4	48 35	5	48 36	8	5)
—		—		45 80	1	—		
—		—		43 27	1	—		
—		—		—		33 05	1	
—		—		32 14	2	32 10	2 u	
—		—		21 96	2	—		
—		—		—		05 97	1	
—		—		03 44	2	03 46	1	

5) Für Zeeman-Effect untersucht (32, 42, 43)

Kayser u Runge (23) Bogen		Exner u Haschek (38) Bogen		Eder u Valenta (33) Funke		Exner u Haschek (36) Funke		
—		—		—		2702 50 Pt?	1	
2701 03	4	2700 96	2	2700 01	3	00 99	3	
—		—		2699 4	1 u	—		
—		—		97 8	1	—		
2694 40	1 u	—		94 40	2	2694 4	1 u	
—		—		90 5	1 u	—		
88 86	4	2688 78	1	88 80	4	88 80	3	
—		—		88 26	2	88 25	3	
—		—		87 73	4	87 72	3	
—		—		86 0	1 u	—		
—		—		82 3	1 u	—		
76 05	10 R	76 02	15	76 08	8	76 04	20 d?	5)
—		—		72 3	1	—		
—		—		70 7	1	—		
—		—		67 09	2	67 05	1	
—		—		65 28	3	65 23	1	
—		—		—		59 53	1	
—		—		51 2	1	—		
—		—		—		46 98 Pt?	1	
—		—		45 5	2 u	—		
—		41 60	2	41 65	8	41 60	4	
—		—		35 4	1?	35 1 Ba?	1 u	
—		—		34 4	1?	—		
—		—		31 7	1?	—		
—		—		—		28 14 Bi?	1	
—		—		27 14	4	27 14	2	
—		—		25 60	3	25 62	2	
—		—		24 2	2 U	—		
—		—		22 0	2?	—		
—		—		17 58	2	17 54	1	
—		—		16 69	4 u	16 65	2	

Kayser u Runge (23) Bogen	Exner u Haschek (38) Bogen	Eder u Valenta (33) Funke		Exner u Haschek (36) Funke	
—	—	2506 35	2	2506 43	1
—	—	03 37	8	03 39	5
—	—	—		2498 93	1
—	—	2495 3	1	—	
—	—	92 74	3 u	92 71	1
—	—	91 58	1	91 6	1
—	—	90 49	2	90 45	1
—	—	88 3	2	—	
—	—	—		87.30	1
—	—	—		86 64	1
—	—	83 4	2 u	—	
—	—	80 35	4	80 38	2
—	—	78.59	1	—	
—	—	77 76	1	77 85	2
—	—	76 2	3 U	76 12	1
—	—	73 84	1	—	
—	—	68 06	3 U	—	
—	—	58 15	3	58 25	1
—	—	56 55	2 u	—	
—	—	55 34	2 u	—	
—	—	52.79	2 u	—	
—	—	47 94	2	—	
—	—	46.61	1 u	46 23	1
—	—	45 6	4 u	45 63	1
—	—	44 3	1 u	—	
—	—	42 47	2 u	42 42	1
—	—	37 83	3	—	
—	—	—		35 45	1
—	—	34 5	1 u	—	
—	—	33 67	2	33 6	1
—	—	33 3	2	33 0	1

—		—		11 9	1?	—	
—		—		10 36	1?	10 3	1 u
—		—		09 61	2 u	09 59	1
—		—		07 4	1 u	—	
—		—		05 0	1 u	—	
—		—		—		02 15	1 u
—		—		2599 5	2	—	
—		—		92 18	3	92 20	1
2590 19	4	2590 15	1	90 18	6	90 19	2 r
—		—		83 5	2 u	83 7	1 u
—		—		80 1	1?	—	
—		—		79 4	1?	—	
—		—		77 7	1 u	—	
—		—		75 3	1 u	—	
—		—		71 4	2 u	—	
—		—		68 3	1 u	—	
—		—		65 80	5	65 81	2
—		—		62 7	2	62 70	1
—		—		61 9	1?	—	
—		—		58 0	2 u	—	
—		—		52 92	3	52 90	1
—		—		—		51 99	1
—		—		50 28	3	50 31	1
44 30	4	—		44 29	5	44 34	2 r
—		—		38 07	4	38 13	1
—		—		37 0	2	—	
—		—		35 92	3	—	
—		—		33 70	6	2533 78	2
—		—		28 2	2	28 20	1
—		—		22 8	2 U	—	
—		—		20 7	2	—	
—		—		17 2	2 u	—	
—		—		15 15	3	15 19	1
—		—		11 7	1?	—	
10 56	4	—		10 59	5	10 63	2

5) Fu Zeeman-Effect untersucht (22, 42, 43)

—		—		23 8	2	—	
—		—		19 41	1 u	19 40	1 u
—		—		19 1	1 u	—	
—		—		17 4	2	—	
—		—		16 68	2	16 70	1 u
—		—		14 36	1 u	—	
—		—		13 27	3	—	
—		—		11 40	2	—	
—		—		10 7	1	—	
—		—		08 89	2 u	—	
—		—		07 42	2 u	—	
—		—		05 20	3	05 23	1
—		—		04 97	3	04 91	1
—		—		02 80	4	02 82	1
—		—		01 63	2	01 63	1
—		—		00 2	1	—	
—		—		2399 3	1	—	
—		—		95 7	1	—	
—		—		93 62	3	2393 64	1
—		—		91 7	1 u	—	
—		—		88 26	5	88 47	1
—		—		—		88 27	1
2387 85	4	2387 80	1	87 82	4	87 86	3
—		—		84 29	2	84 26	1
—		—		82 50	4 u	82 50	1
—		—		80 5	1 u	—	
—		—		79 3	1	—	
—		—		77 2	1	—	
—		—		76 35	5	76 32	2
—		—		73 20	2 u	73 26	1
—		—		71 69	4	71 68	2
—		—		69 40	4 u	69 45	2
—		—		—		68 05	1
64 69	4	—		65 01	6	65 00	2
—		—		64 68	3	64 66	2

Kayser u Runge (23) Bogen	Exner u Haschek (38) Bogen	Eder u Valenta (33) Funke	Exner u Haschek (36) Funke
—	—	2359 1 1u	—
—	—	57 9 1u	—
—	—	55 53 2	2355 60 1
2352 75 4	2352 68 1	52 67 6	52 75 3
—		51 59 3	51 66 1
—		48 2 1	—
—		47 10 2	47 21 1
—		44 25 2	44 35 1
—		43 6 2	—
—		42 81 1	—
—		41 5 1	—
—		40 27 8U	40 29 3
—		34 20 2u	34 2 1u
—		31 45 2	32 01 1
—		31 20 4	—
—		30 7 1	—
—		26 7 1u	—
—		25 77 3	25 82 1
—		25 34 2	25 37 1
—		24 7 1	24 79 1
—		22 34 8	22 39 2
—		21 4 1	—
—		20 35 2	20 37 1
—		18 28 2	18 45 1
—		17 5 1	—
—		15 94 7	15 93 2
—		14 73 7	14 75 3
—		12 2 2	12 35 1
—		—	11 06 1
—		09 54 6	09 52 2
—		08 2 1	08 32 1
—		04 89 8u	04 90 1
—		01 1 1	01 15 1
—		06 4 1	—
—		2298 3 1u	—
—		96 9 2	2296 66 1
—		95 18 3	95 23 1
—		94 08 2u	94 00 1
—		91 59 6	91 60 3u
—		88 70 2	88 70 1
—		—	88 32 1
—		87 79 3u	87 75 1
—		86 7 1u	—
2283 42 4		83 37 6	83 42 3
		82 95 3u	83 01 2
		79 42 2u	79 50 1
		77 62 4u	77 75 2
		—	77 55 1
		73 2 1	—
		70 3 3	—
		67 03 2	—

Eder u Valenta (33) Funke	Exner u Haschek (36) Funke
2266 20 3u	2266 10 1
65 3 1u	—
63 75 3u	63 88 2
62 68 4u	62 82 2
61 32 2u	61 45 1
60 36 2u	60 52 1
55 90 2u	56 01 1
55 00 1u	55 07 1
53 44 3	53 53 1
48 70 2U	49 13 1
—	48 74 1
46 76 3u	46 73 2
—	46 52 1
—	45 61 1
43 6 1u	-
42 71 6	42 80 3
40 36 4u	40 40 1
37 56 2u	37 55 1
33 75 3u	33 80 1
31 37 4u	31 40 2
29 09 6u	29 05 3
22 64 2u	22 6 1
20 64 3	20 59 1
19 4 2	19 3 1
15 85 3u	15 82 2
13 20 4	13 26 2
10 64 3	10 75 1
10 30 1	—
05 92 3	05 97 1
01 35 5	01 45 3
2193 7 1	—
92 7 1	—
90 7 1	—
88 97 5	2189 00 2
86 9 2	—
85 7 2	—
84 15 2	84 19 1
72 26 3	—
67 5 2	—
60 7 2u	—
59 2 2u	—
57 18 3u	57 29 1
54 4 2u	—
40 5 1u	—
37 95 2u	—
33 4 1u	—
29 03 1	—
26 8 2	—
25 28 5	25.4 2
13 7 1	—
10 74 9	10 85 2

Eder u Valenta (33) Funke
2098 8 1u
98 2 1
95 0 1u
85 4 1
83 1 1
82 10 8
71 7 1
64 0 1
59 9 1
56 6 1
55 4 1
44 65 5
12 10 1u
00 77 3
1988 99 1
77 59 1
72 66 1
55 64 1
51 59 3
48 48 1
46 41 1
44 35 1
35 13 1
31 74 3
25 19 2
21 38 8
19 39 6
18 04 1
04 41 1
1890 25 2
86 85 2
79 72 1
61 68 2

Bandenspectrum.

Es existirt nur eine Angabe über dies Spectrum, welche wir Hartley und Ramage [34] verdanken. Das Spectrum entsteht bei Einführen von reinem Gold in die Knallgasflamme. Die Banden sind nach Roth abschattirt und trotz der kleinen Dispersion der veröffentlichten Photographie völlig in Linien aufgelöst. Die Messungen für die Kanten sind:

4452 stark, 4339 stark, 3975 sehr stark, 3652 sehr stark, 3475 stark.

Mir scheint indessen die Photographie noch mehr Kanten zu zeigen. Hartley hat wohl zweifellos Recht, wenn er das Spectrum dem Golde selbst zuschreibt.

Verbindungsspectra.

Ein anderes Bandenspectrum hat zuerst Mitscherlich [7] erhalten, als er Goldchlorid in Wasserstoff verdampfte und das Gas anzündete. Er giebt eine kleine Zeichnung, auf deren Auswerthung in Wellenlängen ich verzichte, da sie zu ungenau ausfällt. Wahrscheinlich dasselbe Spectrum sah Diacon [9], als er Chlorgold in eine Flamme von Cl und H brachte. Das Spectrum wird wohl zweifellos dem $AuCl_3$ angehören.

Dann erwähnt Lecoq [13] das Spectrum als auftretend im Funken nach Goldchloridlösung, von welchem er eine Zeichnung und Messung in seinem Werke [13] giebt. Sehr viel schöner aber erscheint dasselbe Spectrum bei Einführung von Goldchlorid in die Bunsenflamme [13]. Später hat auch Ciamician [15] das Spectrum im Funken nach Lösung beobachtet und gezeichnet, die Zeichnung ist sehr unklar, — es sieht nach ihr so aus, als ob nach Roth und nach Violett abschattirte Banden vorhanden wären, wovon aber wohl keine Rede ist. Obgleich auch diese Zeichnung sehr schlecht in Wellenlängen umzusetzen ist, gebe ich einen solchen Versuch. — Demarçay [27] sagt, dass sein nach der Methode von Lecoq erhaltenes Spectrum dessen Zeichnung gut entspreche.

Lecoq (13) Flamme		Lecoq (13) Funke	Ciamician (15) Funke
—	—	—	620—6165
—	—	—	6135—602
5978—589	Mitte 5913	—	5937
5814—5695	„ 5752	5812—5697	
5652—555	„ 5600	5648—555	563—555
5506—541	„ 5457	5505—541	551—545
5385—5304	„ 534	5385—5305	535, 5315
5292—520	„ 5245	5207—5212	528—526
5191—5119	5153	519—511	
5103—5037	„ 507		
503—496	„ 4996		
	„ 4516		
	„ 4430		

Lecoq giebt innerhalb der einzelnen Banden des Flammenspectrums noch „Linien“ an, es handelt sich aber dabei offenbar um Kanten Jede seiner Banden ist eine Bandengruppe mit, wie es scheint, je vier Kanten

Von dem besprochenen Spectrum ganz verschieden ist ein Bandenspectrum, welches Morse [39] im Wehneltunterbrecher erhalt, wenn er Goldelectroden in verdunnter Salzsaure verwendet Er findet ein Band, welches „von 3910 0 bis 4016 0 lauft,“ und ein schwacheres mit der Kante bei 4861 Diese Banden sind weder die Goldbanden Hartley's noch die Goldchloridbanden Lecoq's, ihr Ursprung bleibt noch zu untersuchen

AUSTRIUM (Aus = ?)

Literatur

(1) E Linnemann, Austrium, ein neues metallisches Element Wien Ber **93**, II p 662—664 (1886)

(2) Lecoq de Boisbaudran, Sur l'annonce de la découverte d'un nouveau métal, l'austrium C R **102** p 1436 (1886)

(3) A Grünwald, Spectralanalytischer Nachweis von Spuren eines neuen, der elften Reihe der Mendelejeff'schen Tafel angehörigen Elementes, welches besonders im Tellur und Antimon, ausserdem aber auch im Kupfer vorkommt Wien Ber **98**, IIb p 785—817 (1889)

(4) R Přibram, Ueber das Austrium Wien Ber **109**, IIb p 16—23 (1900)

Linnemann [1] glaubte im Orthit von Arendal ein neues Element gefunden zu haben, welches durch zwei Spectrallinien 4165 und 4030 charactersirt sei, und von dem er auch chemische Reactionen angiebt Er nannte es Austrium Lecoq [2] wies darauf hin, dass alle Angaben auf Gallium passen, dessen Hauptlinien 4172 und 4033 sind

Später untersucht Přibram (4) den Stoff von neuem, findet, dass in der That viel Ga gegenwärtig ist, dass aber die einzelnen Fractionen eine Reihe noch unbekannter Spectrallinien zeigen, so dass wenigstens noch ein neues Element vorhanden sein müsse Dieses solle nun Austrium genannt werden

Obgleich ich nicht meine, dass dies ein brauchbares Verfahren zur Definition neuer Elemente ist, will ich die angeblich unbekannten Spectrallinien, deren Messung Exner und Haschek ausgeführt haben, angeben In Klammer füge ich die Namen der Elemente bei, zu denen die betreffende Linie nach den Funkentabellen von Exner und Haschek (1902) gehören konnte, man sieht daraus, dass die „Unbekanntheit“ der Linien auch recht zweifelhaft ist

Fraction I 4085.46 [Mo], 4079.2, 3703.0, 2945.81 [Ru], 2874.32, 2701.80 [Yb], 2640.02, 2638.27 [Mn], 2402.20 [Pb], 2373.22, 2363.93 [Co, Wo], 2335.33 [Ba], 2316.12 [Ni]

Fraction II 3710.46 [Yb], 3706.5 [Ti], 3703.0, 3504.95 [Sb], 3380.30, 3078.80 [Ti, Th], 2840.77 [Fe], 2701.75 [Mn], 2672.69 [Mn], 2652.60 [Mn], 2639.97 [Mn], 2638.27 [Mn], 2417.97 [Fe], 2402.18 [Pb], 2373.18, 2370.08 [Wo], 2363.93 [Co], 2351.26, 2335.34 [Ba]; 2316.12 [Ni]; 2315.04 [Co], 2314.11 [Co], 2311.69 [Co]; 2307.95 [Co]; 2304.32 [Ba], 2247.10 [Cu], 2246.65, 2216.70.

Fraction III 4051.18 [V], 3590.17; 2945.81 [Ru], 2874.32, 2780.30 [Nb], 2417.97 [Fe]

Zu erwähnen ist noch, dass Grünwald [3] bei seinen berüchtigten Spectralrechnungen das Austrium von Linnemann zu finden meint

BOR (B = 11 0)

Literatur

[1] J F W Herschel, On the absorption of light by coloured media and on the colours of the prismatic spectrum exhibited by certain flames Trans Roy Soc Edinburgh **9**, II p 445—460 (1823) In Flamme

[2] W A Miller, Experiments and observations on some cases of lines in the prismatic spectrum produced by the passage of light through coloured vapours and gases, and from certain coloured flames Phil Mag (3) **27** p 81—91 (1845) In Alcoholflamme

[3] J Plucker, Fortgesetzte Beobachtungen uber die electrische Entladung durch gasverdunnte Raume Pogg Ann **104** p 113—128 (1858) Borfluorid im Geisslerrohr

[4] R Th Simmler, Beitrage zur chemischen Analyse durch Spectralbeobachtungen Pogg Ann **115** p 242—266, 425—451 (1862) In Bunsenflamme

[5] R Bottger, Zur Spectralanalyse J f pract Chemie **85** p 392—394 (1862) In Bunsenflamme

[6] A Mitscherlich, Ueber die Spectren der Verbindungen und der einfachen Korper Pogg Ann **121** p 459—488 (1864) In Wasserstoffflamme

[7] R Thalén, Om Spectralanalys Upsala Univers årsskr 1866 Zeichnung der diffusen Banden

[8] L Troost et Hautefeuille, Sur les spectres du carbone, du bore, du silicium, du titane et du zirconium C R **73** p 620—622 (1871) Vermeintliche Beziehungen

[9] C Piazzi Smyth, On auroral, and other faint, spectra under small dispersion Astron. Observ Edinburgh **13** p R 85—R 98 (1871) Diffuse Banden

[10] Ch Horner, On the spectra of boric and phosphoric acid blowpipe beads Chem News **29** p 66—68 (1874) In Flamme

[11] Lecoq de Boisbaudran, Sur le spectre de l'acide borique Sur quelques particularites observées dans les recherches d'analyse spectrale C R **76** p 833—835 (1873) Diffuse Banden

[12] G Salet, Sur les spectres des metalloides Ann chim et phys (4) **28** p 5—71 (1873) Diffuse Banden

[13] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux, Paris 1874 Diffuse Banden in Flamme

[14] Weith, Ueber eine Flammenreaction des Borsaureathers Chem Centralbl (3) **7** p 164 (1876) In Flamme

[15] M W Iles, A new qualitative reaction for boracic acid Chem News **35** p 204—206 (1877) In Flamme

[16] L Dieulafait, L'acide borique, methodes de recherches, origine et mode de formation C R **85** p 605—607 (1877), Ann chim et phys (5) **12** p 318—354 (1877) In Wasserstoffflamme

[16ª] Rand Capron, Photographed spectra London 1877 Photographie des Bogens

[17] G Salet, Agenda du chimiste 1879 p 116 * Traite de spectroscopie, Paris 1888 In Flamme

[18] G Ciamician, Spectroscopische Untersuchungen Wien Ber **82,** II p 425—457 (1880) Borfluorid in Geisslerrohr, Funke

[19] F Jones, On boron hydride J chem soc **39** p 213—219 (1881) Diffuse Banden

[20] W N Hartley, On homologous spectra J chem Soc **43** p 390—400 (1883). Funkenspectrum

[21] W. N. Hartley. On line spectra of boron and silicon. Proc. Roy. Soc. **35** p. 301—304 (1883). Funkenspectrum.

[22] H. Kayser u. C. Runge, Ueber die Spectra der Elemente. 6. Abschnitt. Abhandl. Berlin. Akad. 1892, Wiedem. Ann. **48** p. 126—149 (1893). Bogen.

[23] H. A. Rowland, A new table of standard wave-lengths. Astron. & Astrophys. **12** p. 321—347 (1893), Phil. Mag. (5) **36** p. 49—75 (1893). Bogen.

[24] J. M. Eder u. E. Valenta, Ueber das ultraviolette Linienspectrum des elementaren Bor. Denkschr. Wien. Akad. **60** p. 307—311 (1893). Beiträge zur Photochemie p. 82—86. Funke.

[25] J. M. Eder u. E. Valenta, Ueber den Verlauf der Bunsenschen Flammenreactionen im ultravioletten Spectrum. Denkschr. Wien. Akad. **60** p. 467—476 (1893), Beiträge zur Photochemie. p. 87—97. Diffuse Banden.

[26] O. Vogel, Ueber die Anwendung der Leuchtgas-Sauerstoffflamme zu spectralanalytischen Mineraluntersuchungen. Zs. f. anorgan. Chem. **5** p. 42—62 (1894). In Flamme.

[27] H. A. Rowland and R. R. Tatnall, The arc spectra of the elements. I. Boron and beryllium. Astrophys. J. **1** p. 14—17 (1895). Bogenspectrum.

[28] W. J. Humphreys, Changes in the wave-frequencies of the lines of emission spectra. Astrophys. J. **6** p. 169—232 (1897). Druckverschiebung.

[29] F. Exner u. E. Haschek. Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente. Wien. Ber. **106**, IIa p. 494—520 (1897). Funke.

[30] F. Exner u. E. Haschek, Tabelle der Funkenlinien, Wien 1902.

[31] F. Exner u. E. Hasckek, Tabelle der Bogenlinien, Wien 1904.

[32] A. Hagenbach u. H. Konen, Atlas der Emissionsspectra, Jena 1905. Bogen, Flamme, Funke.

[33] A. Hagenbach, Ueber Bandenspectra. Festschrift für Wüllner, p. 128—146, Leipzig bei Teubner 1905. Diffuse Banden.

[34] G. Kuhne, Ueber das Bandenspectrum des Bor. Dissert. Bonn 1906, Zs. f. wiss. Photogr. **4** p. 172—184 (1906). Metallbanden.

[35] H. Auerbach, Spectroscopische Untersuchungen über das Verhalten der Metallsalze in Flammen von verschiedener Temperatur. Dissert. Dr. Ing. Berlin 1907. Berlin, bei M. Lichtwitz. Zs. wiss. Photogr. **7** p. 30—39, 41—66 (1909). Diffuse Banden.

[36] A. de Gramont, Sur les raies ultimes des métalloides. C. R. **146** p. 1260—1263 (1908). Hauptlinien.

Die am meisten characteristische spectroscopische Reaction auf Bor ist die in der Flamme. Dann treten diffuse Banden auf, die namentlich im Grün recht hell sind, und die bei kleiner Dispersion wohl als unscharfe Linien erscheinen können. So haben es zuerst Herschel [1] und Miller [2] in der Alcoholflamme beobachtet.

Plücker [3] untersucht Borfluorid im Geisslerrohr und sagt: „hier erscheint das Spectrum wie eine cannelirte Säule in heller Beleuchtung." Er hat also offenbar ein ganz anderes Bandenspectrum gesehen. Ich halte dies für das Bandenspectrum des Bors selbst und will es weiterhin so nennen, während ich das diffuse Spectrum von Herschel vorläufig als Borsäurespectrum bezeichnen will.

Simmler [4] und Böttger [5] beschreiben wieder oberflächlich das Borsäurespectrum, erzeugt in der Bunsenflamme. Dasselbe Spectrum erhält, wie aus der Zeichnung zu schliessen ist, Mitscherlich [6], der die Substanz in Wasserstoff verdampft und das Gas anzündet. Auch Thalén [7] giebt eine Zeichnung dieses Spectrums. — Troost und Hautefeuille [8] lassen Funken durch Chloriddämpfe schlagen und glauben irrthümlich, Beziehungen zwischen diesem Spectrum, — offenbar wieder die drei hellsten Banden des

Borsäurespectrums —, und denen verwandter Elemente zu finden. Auch Smyth [9] und Horner [10] geben Zeichnungen desselben Spectrums.

Die ersten Messungen liefert Lecoq [11], der eine gesetzmässige Beziehung zwischen den Banden aufstellen zu können glaubt, die aber wohl zweifellos nicht besteht. Eine schöne Zeichnung liefert dann Lecoq [13] in seinem Buche. Salet [12] erzeugt das Spectrum durch Einführen der Dämpfe von Bor-Chlorid oder Fluorid in die Wasserstoffflamme oder der Borsäure in irgend eine Flamme. — Weith [14] empfiehlt einen Brei von Borsäure in Alcohol in einer langhalsigen Flasche mit dem dreifachen Volumen Schwefelsäure zu übergiessen, das Ganze zum Sieden zu erhitzen. Zündet man den austretenden Aether an, so entsteht eine fusslange Flamme, welche die Banden sehr schön zeige. — Ich habe diese Flamme nicht sehr hell gefunden. Iles [15] dagegen empfiehlt, Borsalze mit Glycerin befeuchtet in die Bunsenflamme zu bringen. — Dieulafait [16] führt Borsalze gemischt mit Schwefelsäure in die Wasserstoffflamme, es sei so noch 0.001 mgr zu erkennen. Salet [17] mischt Borsäure mit Calciumfluorid und Schwefelsäure, erhitzt und leitet Leuchtgas darüber, welches dann angezündet wird. — Jones [19] sagt, Borhydrid brenne mit schöner grüner Flamme, welche die Banden zeigt.

Ciamician [18] verwendet wieder Borfluorid im Geisslerrohr und findet bei schwachem Strom ohne Condensator die Plückerschen Borbanden, von welchen er einige Messungen macht. Mit starken Entladungen und durch Funken zwischen graphitischem Bor erhält er einige Linien. — Hartley [20, 21] bringt Boraxlösung auf Graphitelectroden, erhält durch Funken einige Linien. — Kayser und Runge [22] finden im Bogen nur zwei Linien bei 250 $\mu\mu$, dieselben misst Rowland [23].

Eder und Valenta [24] erhalten von kristallisirtem Bor mit Flaschenfunken eine grössere Anzahl Linien, der uncondensirte Funke von Borsäure giebt die diffusen Borsäurebanden. Befeuchtet man Kohlespitzen mit Borsäurelösung, so giebt der condensirte Funke Linien, der uncondensirte daneben auch die Banden. — Später [25] untersuchen Eder und Valenta das Borsäurespectrum, welches sie von einer Flamme aus Borathyl mit Leuchtgas oder Wasserstoff erhalten. Sie messen die Banden bis ins Ultraviolett. — Vogel [26] liefert nur eine ungefähre Zeichnung des Spectrums.

Rowland und Tatnall finden im Bogen wieder nur die beiden Linien bei 250 $\mu\mu$, aber sie bemerken, dass der ganze Grund mit feinen Linien bedeckt sei, — den Borbanden. — Exner und Haschek [29, 30] erhalten durch Funken von Borsäure auf Gaskohle drei Linien, im Bogen [31] nur zwei Linien. Sie bemerken aber auch die Borbanden und messen einige Kanten.

Hagenbach und Konen [32] geben in ihrem Atlas die Spectra des Funkens, des Bogens und des Flammenspectrums. In letzterem sieht man die diffusen Banden zwischen etwa 600 und 400 $\mu\mu$. Man erkennt aber auch, dass diese Banden nicht ganz diffus, sondern auflösbar sind. Der nichtcondensirte Funke zeigt neben Linien die diffusen Banden, der condensirte Funke

nur Linien. Der Bogen endlich giebt die beiden Linien bei 250, schwach die diffusen Banden, deutlich die Borbanden, die von etwa 615 $\mu\mu$ bis in den Anfang des Ultraviolett zu erkennen sind. Diese Banden sind hier wohl zum ersten Mal photographisch festgestellt worden. — Hagenbach [33] giebt eine Photographie der diffusen Banden, die er in der „Flamme" jedes Kohlebogens findet. — Kühne [34] misst die Borbanden zwischen 502 und 581 $\mu\mu$ aus und untersucht ihre Structur. Er erzeugt das Spectrum mit dem Bogen, indem er die Kohlen mit Borsäure überzieht, oder auch aus Borsäure in der Sauerstoffflamme. Die Spectra sind identisch, letzteres aber viel schwächer und diffuser. Die Banden sind sämmtlich nach Roth abschattirt, es liegen stets zwei Kanten ziemlich nahe bei einander. Von jeder Kante gehen mindestens drei Linienserien aus, von welchen zwei eine Serie von Paaren bilden. — Auerbach [35] trifft wieder die diffusen Banden in der Sauerstoffflamme.

Humphreys [28] hat die Druckverschiebung gemessen, Gramont [36] die raies ultimes aufgesucht.

Linienspectrum.

Kayser u. Runge (22) Bogen	Rowland u. Tatnall (27) Bogen	Exner u. Haschek (31) Bogen	Eder u. Valenta (24) Funke	Hartley (21) Funke	Exner u. Haschek (30) Funke	Ciamician (18) Geisslerrohr	
—	—	—	—	—	—	5103	
—	—	—	—	—	—	4981	
—	—	—	—	—	—	4966	
—	—	—	—	—	—	4964	
—	—	—	3957.9 2	—	—	3956	[1]
—	—	—	41.7 2	—	—		
—	—	—	3829.3 1	—	—		
—	—	—	24.5 1	—	—		
—	—	—	3451.3 6	3450.3	3451.49 20		
—	—	—	3246.9 1	—	—		
—	—	—	2689.0 1	—	—		
—	—	—	86.2 1	—	—		
2497.80	2497.821 80R	2497.80 20R	2497.7 10	2497.0	2497.79 20R		
96.84	96.867 65R	96.84 20R	96.8 10	96.2	96.87 10R		
—	—	—	2388.5 1	—	—		
—	—	—	2267.0 2	—	—		
—	—	—	66.4 2	—	—		
—	—	—	2088.8 2	—	—		
—	—	—	88.4 1	—	—		
—	—	—	66.2 2	—	—		
—	—	—	64.2 2	—	—		

Bandenspectrum.

Ich habe schon gesagt, dass ich das von Plücker bemerkte cannelirte Spectrum für ein Spectrum des Bors selbst halte, da es nach seiner Structur

1) In der Abhandlung von Ciamician ist zweimal gedruckt 3596. Die Zeichnung zeigt, dass ein Druckfehler vorliegt, ich habe 3956 angenommen, was sich mit der Zeichnung allenfalls verträgt.

einem solchen wohl entspricht, und ein anderes diffuses Bandenspectrum vorhanden ist, welches man meist, und wohl mit Recht, dem Oxyd zuschreibt. Das Spectrum ist noch so gut wie unbekannt Ciamician [18] sieht zwei Bandengruppen und giebt deren Kanten an zu

4985, 4962, 4943, 4243, 4192, 4166, 4122

Hagenbach und Konen [33] geben auf ihrer Photographie Kanten nach Roth abschattirter Banden bei

575, 545, 504, 461, 459. 436, 434, 405, 404

Endlich misst Kuhne [34] ein Stuck des sehr complicirten Spectrums, findet Kanten bei 5552 98, 5515 02, 5046 79, 5022 19

Alle diese Angaben passen schlecht zusammen

Im Ultraviolett messen Exner und Haschek [31] Kanten bei 2675 37 2551 50, 2437 20, 2331 45, 2265 bis 2300

Oxydspectrum.

Fur dieses liegen eine ganze Anzahl von ablesbaren Zeichnungen und Messungen vor, aber auch diese stimmen nur massig uberein Das ist kein Wunder bei der Natur der Banden, der Atlas von Hagenbach und Konen [33] zeigt, dass es sich um Bandengruppen handelt, welche aber nicht genugend aufgelost worden sind, so dass sie diffuse Flecke bilden Auch Eder und Valenta [25] haben bei einzelnen Banden Spuren von Auflosung erhalten. In den Tabellen gebe ich auch die Zahlen, welche ich aus dem Atlas von Hagenbach und Konen ablese

Eder u Valenta (25)		Lecoq (13)	Salet (12)	Hagenbach u Konen (32)	Auerbach (35)	
6398	3	6397	640	—		
6208	3	6210	620	—		
6030	3	6031	603	602		
5795	5	5807	580	582	5800	1
—		—	—	—	5700	1
5594	4	—	—	—	—	
5478	10	5480	548	548	5477	2
5440	8	5439	—	—	5460	2
5212	6	5192	520	519	—	
5172	8	—	—	—	5170	3
4920	6	4941	491	492	4920	4
4709	6	4721	470	470	4710	4
4529	5	4529	454	452	4530	3
4334	5			433	4350	2
4191	5			—	—	
4094	6			406	4090	1
4020	4					
3894	3					
3768	1					

Photographieen beider Bandenspectra mit kleinem Gitter, welche ich Prof H Konen verdanke, gebe ich auf Taf I Fig 1 und 2 Viel von dem feinen Detail ist freilich verloren gegangen

BARYUM (Ba = 137 37)

Literatur

[1] W A Miller, Experiments and observations on some cases of lines in the prismatic spectrum produced by the passage of light through coloured vapours and gases and from certain coloured flames Phil Mag (3) **27** p 81—91 (1845) In Alcoholflamme

[2] G Kirchhoff u R Bunsen, Chemische Analyse durch Spectralbeobachtung Pogg Ann **110** p 161—189 (1860) In Bunsenflamme

[3] G Kirchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und die Spectra der chemischen Elemente Abhandl Berlin Akad 1861 p 63—95, 1863 p 227—240 Funke

[4] A Mitscherlich, Beitrag zur Spectralanalyse J f pract Chem **86** p 13—20 (1862), Pogg Ann **116** p 499—507 (1862) Verbindungen

[5] J P Cooke jr, An improved spectroscope Amer J (2) **36** p 266—267 (1863) Banden

[6] A Mitscherlich, Ueber die Spectra der Verbindungen und der einfachen Korper Pogg Ann **121** p 459—488 (1864) Verbindungen, Banden

[7] W Huggins, On the spectra of some of the chemical elements Phil Trans **154**, II p 139—160 (1864) Funke

[8] J Plücker and J W Hittorf, On the spectra of ignited gases and vapours, with especial regard to the different spectra of the same elementary gaseous substance Phil Trans **155** p 1—29 (1865) Banden in Flammen

[9] E Diacon, Recherches sur l'influence des elements électro négatifs sur le spectre des métaux Ann chim et phys (4) **6** p 5—25 (1865) Verbindungen

[10] R Thalen, Om spectralanalys Upsala Univers årsskr 1866 Funkenspectrum

[11] R Thalén, Memoire sur la determination des longueurs d'onde des raies metalliques Nova acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868) Funke

[12] J H Freeman, On the spectrum of potassium and barium Chem News **18** p 1—2 (1868) Einfluss der Temperatur

[13] Lecoq de Boisbaudran, Sur la constitution des spectres lumineux C R **69** p 445—451, 606—615, 657—664, 694—700 (1869) Chlorid in Flamme

[14] Lecoq de Boisbaudran, Sur la constitution des spectres lumineux C R **70** p 974—977 (1870) Haloidverbindungen in Flamme

[15] C P Smyth, On auroral, and other faint, spectra under small dispersion Astron Observ Edinburgh **13** p R 85—R 98 (1871) Banden

[16] J N Lockyer, Researches in spectrum analysis in connection with the spectrum of the sun No I Phil Trans **163** p 253—275 (1873) Funke nach Chlorid

[17] J N Lockyer, Researches in spectrum analysis in connection with the spectrum of the sun No II Phil Trans **163** p 639—658 (1873) Haloidverbindungen in Flammen

[18] J N Lockyer Researches in spectrum analysis in connection with the spectrum of the sun No IV Phil Trans **164** p 805—813 (1874) Theil des Bogenspectrums

[19] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux Paris 1874 Flammen- und Funkenspectrum

[20] A Gouy, Recherches sur les spectres des metaux a la base des flammes C R **84** p 231—234 (1877) Chlorid in Flamme zerstaubt

[21] Rand Capron, Photographed spectra, London 1877 Photographie des Funkens

[22] G Ciamician, Ueber die Spectren der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen. Wien Ber **76**, II p 499—517 (1877) Verbindungsspectra

[23] A Gouy, Sur la transparence des flammes colorees pour leur propres radiations. C R **86** p 1078—1080 (1878) Banden des Flammenspectrums

[24] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours. Proc Roy Soc **28** p 352-358, 367—372, 471—475 (1870) Umkehrung

[25] J N Lockyer, Note on some spectral phenomena observed in the arc produced by a Siemens' machine Proc Roy Soc **28** p 425—428 (1879) Bogen

[26] J Parry and A E Tucker, On the application of the spectroscope to the analysis of iron and steel Engineering **27** p 127—128, 429—430, **28** p 141—142 (1879) Funke.

[27] G Ciamician, Spectroscopische Untersuchungen Wien Ber **82**, II p 425-457 (1880). Homologie

[28] G D Liveing and J Dewar, On the ultra-violet spectra of the elements Phil. Trans **174**, I p 187—222 (1883) Bogen

[29] R Thalen, Sur le spectre du fer obtenu a l'aide de l'arc electrique Nova acta reg soc sc Upsal (3) **12** p 1—49 (1884) Einige Bogenlinien

[30] J N Lockyer, Researches on the spectra of meteorites Proc Roy Soc **43** p 117—156 (1887) Banden in Flammen

[31] H Kayser und C Runge, Ueber die Spectren der Elemente 4 Abschnitt Abhandl Berl Akad 1891, Wiedem Ann **43** p 384—409 (1891) Bogenspectrum

[32] J M Eder und E Valenta, Ueber den Verlauf der Bunsenschen Flammenreactionen im ultravioletten Spectrum Denkschr Wien Akad **60** p 467—674 (1893) Beiträge zur Photochemie p 87—97 Oxyd und Chlorid in Flamme

[33] D Cochain, Sur les spectres de flammes de quelques metaux C R **116** p 1055—1057 (1893) In Flamme

[34] W N Hartley, Flame spectra at high temperatures I Oxy hydrogen blowpipe spectra Proc Roy Soc **54** p 5—7 (1893), Phil Trans **185 A** p 161—212 (1894) Knallgasflamme

[35] O Vogel, Ueber die Anwendung der Leuchtgassauerstofflamme zu spectralanalytischen Mineraluntersuchungen Zs f anorgan Chem **5** p 42—62 (1894) In Flamme

[36] E Demarçay, Spectres electriques Paris 1895 Funke nach Losung

[37] H A Rowland, Preliminary table of solar spectrum wave-lengths Chicago 1896—1898 Bogenspectrum

[38] W J Humphreys, Changes in the wave-frequencies of the lines of emission spectra Astrophys J **6** p 169—232 (1897) Druckverschiebung

[39] F Exner u E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Metalle. Wien Ber **106**, IIa p 494—520 (1897) Funkenspectrum

[40] A de Gramont, Analyse spectrale de quelques minéraux non conducteurs par les sels fondus et reactions des elements C R **126** p 1513—1515 (1898), Bull Soc Franç de Minér 1898 Funke nach Mineralien

[41] H Lehmann, Die ultrarothen Spectren der Alcalien Freiburg i Br 1900 Ultraroth

[42] C J Rolefson, Spectra of mixtures Physic Rev **11** p 101—104 (1900) Bogen

[43] S Friedlander, Ueber die Bestimmung von Chlor, Brom und Jod durch Beobachtung von Flammenspectren Dissert Berlin 1900 Verbindungen

[44] H Lehmann, Photographie der ultrarothen Spectren der Alcalimetalle Dissert Freiburg 1901, Ann d Phys (4) **5** p 633—658 (1901) Ultraroth

[45] C Runge u F Paschen, Ueber die Zerlegung einander entsprechender Serienlinien im magnetischen Felde Berlin Ber 1902 p 720—730 Astrophys J **16** p 123—134 (1902) Zeeman Effect

[46] H Lehmann, Photographie der ultrarothen Spectren der Erdalcalimetalle Ann d Phys (4) **8** p 643—651 (1902) Ultraroth

[47] F Exner u E Haschek, Tabellen der Funkenspectra, Wien 1902

[48] O Lummer und E Pringsheim, Zur anomalen Dispersion der Gase Physik Zs. **4** p 430—431 (1903) Anomale Dispersion

[49] A S King, Some effects of change of atmosphere on arc spectra with reference to series relations Astrophys J **18** p 119-150 (1903) Bogen in verschiedenen Gasen

[50] W von Bolton, Ueber electrodisches Leuchten und eine neue spectroscopische Methode Zs f Electrochem **9** p 913—922 (1903) Leuchten bei Electrolyse

[51] F Exner u E Haschek, Tabellen der Bogenspectra, Wien 1904

[52] J Steinhausen, Ueber „enhanced lines" Dissert Bonn 1904, Zs f wiss Photogr **3** p 45—48 (1904) Verstärkte Linien

[52a] E Wiedemann, Ueber Verbindungsspectren Festschrift fur Boltzmann Leipzig bei Barth 1904 Haloidverbindungen

[53] H Hermann, Messung der Wellenlangen rother Linien in einigen Bogenspectren Dissert Tubingen 1904 Ann d Phys (4) **16** p 684—707 (1905) Ultraroth

[54] Ch de Watteville, Spectres de flammes These, Paris 1904, Phil Trans **A 204** p 139—168 (1904) In Flammen

[55] H W Morse, Spectra from the Wehnelt interruptor Astrophys J **19** p 162—186 (1904) Im Wehneltunterbrecher

[56] L Puccianti Metodo interferenziale per lo studio della dispersione anomala nei vapori Mem soc spettr Ital **33** p 133—138 (1904) Anomale Dispersion

[57] Ch Fabry, Sur les spectres des fluorures alcalino ferreux dans l'arc electrique C R **140** p 578—581 (1905), J de phys (4) **4** p 245—252 (1905), Astrophys J **21** p 356—367 (1905) Fluorverbindung

[58] A S King, Ueber Emissionsspectra von Metallen im electrischen Ofen Ann d Phys (4) **16** p 360—381 (1905), Astrophys J **21** p 236—257 (1905) Im electrischen Ofen

[59] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectra, Jena 1905 Bogen und Funke

[60] L Puccianti, Alcune osservazioni critiche ed esperienze nuove relativa ai fondamenti della spettroscopia celeste Nuovo Cim (5) **9** p 1—85 (1905) Anomale Dispersion

[61] W J Humphreys, Reversal of bands Astrophys J **22** p 220—221 (1905) Umkehrung von Banden

[62] Ch M Olmstedt, Die Bandenspectra nahe verwandter Verbindungen Dissert Bonn 1906 Zs f wiss Photogr. **4** p 255—333 (1906) Spectra der Verbindungen

[63] P G Nutting, Line structure Astrophys J **23** p 64—78 (1906) Structur der Linien

[64] P Zonta, Su la teoria degli spettri moltiplici Nuovo Cim (5) **11** p 237—242 (1906) Spectrum mit Apparat von Auer

[65] Lord Blythwood and W A Scoble, Photographs of certain arc spectra from λ 5800 to λ 8500 Astrophys J **24** p 125—127 (1906) Ultrarothes Bogenspectrum

[66] J Rosch, Untersuchungen über die Structur der Banden im Spectrum der Effectkohlen, sowie des Baryumfluorids Dissert Bonn 1906, Zs f wiss Photogr **4** p 384—393 (1906) Fluorverbindung

[67] L Puccianti, Studio elettrico e ottico dell' arco alternativo Nuovo Cim (5) **13** p 269—285 (1907) Wechselstrombogen

[68] W N Hartley, On the thermo-chemistry of flame spectra at high temperatures Proc Roy Soc **A 79** p 242—261 (1907) Bandenspectrum in Flammen

[69] Fr Schon, Beitrage zur Kenntniss der anomalen Dispersion von Metalldampfen Dissert Jena 1907 Anomale Dispersion

[70] J H Pollock and A G G Leonard, On the quantitative spectra of barium, strontium Proc Roy Dublin Soc (2) **11** p 229—236 (1907) Hauptlinien

[71] W J. Humphreys, Arc spectra under heavy pressure Astrophys J **26** p 18—35 (1907) Druckverschiebung

[72] H Auerbach, Spectroscopische Untersuchungen uber das Verhalten der Metallsalze in Flammen von verschiedener Temperatur Dissert Dr Ing, Berlin 1907, Zs f wiss Photogr **7** p 30—39, 41—66 (1909) In Flammen.

[73] V Hoeller, Untersuchungen uber den langwelligen Theil des Baryumspectrums Dissert Bonn 1908 Zs f wiss Photogr. **6** p 217—234 (1908), Rothes Linienspectrum, Banden

[74] B E Moore, Ueber die Zerlegung der Spectrallinien von Ba, Y, Zr und Os im magnetischen Felde Ann d Phys (4) **25** p 309—345 (1908) Zeeman-Effect

[75] W Ritz, Ueber ein neues Gesetz der Serienspectren Phys Zs **9** p 521—529 (1908) Serien

[76] F A Saunders, Series in the spectrum of barium Astrophys J **28** p 223—228 1908) Serien

[77] A Dufour, Modifications normales et anormales, sous l'influence d'un champ magnétique, de certaines bandes des spectres d'emission de molécules de divers corps a l'état gazeux Radium **5** p 291—306 (1908) Physik Zs **10** p 124—138 (1909) Zeeman-Effect bei Banden

[78] E Goldstein, Ueber Erzeugung von Linienspectren Ann d Phys (4)**27** p 773—796 (1908) Funke

[79] V Carlheim-Gyllenskold, Sur les luminescences causées par les rayons canaux Ark i Mat, Astron och Fysik 4, Nr 33 (1908) Leuchten unter Kanalstrahlen

[80] W N Hartley, An investigation of the connexion between band and line spectra of the same metallic elements Trans Roy Dublin Soc (2) **9** p 85—138 (1908) Banden

[81] H Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldampfen Dissert Bonn 1909, Zs f wiss Photogr **7** p 89—112 (1909) Anomale Dispersion

[82] L Börsch, Das Bandenspectrum des Bariums und Untersuchungen uber die Structur der Banden in den Verbindungsspectren von Barium-Haloid-Verbindungen Dissert Bonn 1909, Zs f wiss Photogr **7** p 297—326 (1909) Banden

[83] W Ritz, Series in the barium spectrum Astrophys J **29** p 243—244 (1909)

[84] F A Saunders, New series in the spectra of Ca, Sr and Ba Physic Rev **28** p 152 (1909)

Nachdem zuerst Miller [1] die Flammenfarbung durch Ba bemerkt hatte, stellen Kirchhoff und Bunsen [2] das Flammenspectrum fest und geben eine Zeichnung Dieselbe enthalt indessen neben einigen Linien hauptsachlich Banden Dass es sich um Banden handelt, und dass je nach dem benutzten Salze verschiedene Banden auftraten, fand zuerst Mitscherlich [4, 6], dann Diacon [9] Cooke [5] bemerkt, dass die Banden in Linien auflosbar sind, dasselbe finden Plucker und Hittorf [8].

Das Linienspectrum des Ba erzeugte zuerst Kirchhoff [3] durch Funken, ihm folgen Huggins [7] und Thalen [10, 11], der zum ersten Mal Wellenlangen angiebt —

Wieder mit Flammen beschaftigt sich Freeman [12], der dabei eine Veranderlichkeit je nach der Temperatur der Flamme beobachtet, und Lecoq [13, 14], welcher die Bandenspectra der Haloidverbindungen untersucht und falschlich Gesetze ihrer Structur zu finden meint — Lockyer [16] lasst zuerst Funken nach festen Salzen schlagen, findet eine verschiedene Anzahl von Linien je nach der Dissociirbarkeit des Salzes, dann wendet er [17] sich zu Flammen, findet nur eine Linie bei 5536 Endlich untersucht er [18] ein kleines Stuck des Bogenspectrums

Lecoq [19] findet bei seiner bekannten Methode der Funken nach Losung von Chlorid Linien und Banden, wahrend Gouy [20] dem verbrennenden Gase Salzstaub beimischt, und im inneren Conus die Linien starker sieht, als im ausseren Mantel der Flamme Die Methode ist spater von Watteville [54] weiter ausgefuhrt worden er erhalt in der ausseren Flamme nur 5536, im Conus noch 4554, 4283, 3993, 3501

Ciamician [22] benutzt Funken nach Losungen und erhalt die Bandenspectra der Haloidverbindungen Dann kommt er hier und spater [27] zu einer Vergleichung der Spectra verschiedener Elemente, die ganz willkurlich

ist. — Liveing und Dewar [24] untersuchen die Umkehrungserscheinungen von Linien und Banden. Dann messen sie [28] ultraviolette Bogenlinien, sie betonen hier, dass sich bei Ba keine solche gesetzmässige Lagerung der Linien zeigt, wie bei vielen anderen Elementen. — Parry und Tucker [26] liefern eine Zeichnung des Spectrums des Funkens nach Lösung zum Zweck der Untersuchung von Eisensorten. Thalen [29] liefert Nachträge zu seinen alten Messungen des Ba-Spectrums.

Kayser und Runge [31] geben die erste vollständige Ausmessung des Bogenspectrums, Tripletserien, die für die anderen alcalischen Erden so characteristisch sind, werden nicht gefunden.

Lockyer [30] untersucht wieder die Flammen und findet die Banden; ebenso Eder und Valenta [32], welche die Banden des Chlorids und Oxyds zu trennen suchen. Eine unbedeutende Angabe von Cochain [33] bezieht sich auch auf das Flammenspectrum. In der Knallgasflamme untersucht Hartley [34], es finden sich Linien und namentlich Banden, welche dem Oxyd zugeschrieben werden, wie es damals allgemein üblich war. Eine Photographie zeigt das Spectrum. — Auch Vogel [35] stellt das Flammenspectrum zu Zwecken practischer Analyse her.

Demarçay [35] verwendet wieder die Lecoqsche Methode des Funkens nach Lösung, photographirt aber das Spectrum, er giebt an, dass man noch bei einer Concentration von 1 : 2 Millionen deutliche Ba-Linien erhält. — Rowland [37] giebt bei Feststellung des Ursprungs der Fraunhoferschen Linien zahlreiche Ba-Linien an. — Humphreys [38] misst die Verschiebung der Bogenlinien durch Druck, es findet sich, dass man unter den untersuchten Linien drei Gruppen unterscheiden kann, deren Verschiebungen sich etwa wie 2 : 3 : 6 verhalten. Später wiederholt er [71] Messungen bei höherem Druck. Exner und Haschek [39, 47] messen das ultraviolette Funkenspectrum, wobei sie Baryumhydroxyd auf Gaskohle aufgeschmolzen als Electroden benutzen, später [51] auch das Bogenspectrum.

Damit ist im Wesentlichen das Linienspectrum bekannt bis auf den langwelligen Theil. Für diesen, von 880 bis 850 $\mu\mu$ liefert Lehmann zuerst [41] eine Photographie, dann [44] angenäherte, endlich [46] genauere Messungen. Erheblich genauer sind Angaben von Hermann [53], welche von 891 bis 676 $\mu\mu$ reichen; endlich liefert Holler [73] das Stück von 686 bis 516 $\mu\mu$. Von Blythwood und Scoble [65] liegt eine Photographie mit Maassstab für das ultrarothe Spectrum bis 794 vor, aus welcher sich indessen recht ungenaue Werthe ergeben.

Noch ein wichtiger Beitrag ist zu erwähnen. Kayser und Runge hatten die im Ba-Spectrum sicher zu erwartenden Tripletserien nicht finden können, das holt Saunders [76] nach, der wenigstens einige Glieder der beiden Nebenserien im Bogen auffindet. Ritz [83] zeigt, dass die Formeln zu den Linien im Allgemeinen gut passen.

Rolefson [42] macht die Bemerkung, dass die Linie 4554 namentlich in der „Flamme“ des Bogens auftrete, Friedländer [43] liefert unbrauchbare Beschreibungen der Haloidspectra in der Flamme.

King [49] lässt den Bogen in verschiedenen Gasen brennen, er findet eine Gruppe von Linien — meist Paare mit gleicher Schwingungsdifferenz —, die in Sauerstoff relativ heller werden, in Ammoniak dunkler, als die übrigen Linien. Es sind nicht die Serienlinien von Saunders. — Dann untersucht King [58] Ba Cl_2 im electrischen Ofen, es treten nur 5536 und das Paar 4934, 4554 auf, letztere aber unvergleichlich schwächer als im Bogen. Ferner treten Banden im Grün und eine Gruppe im Ultraviolett auf.

Eigenthümliche Arten der Erzeugung des Spectrums finden von Bolton [50] und Morse [55]: ersterer taucht das Metall in verdünnte Säure, benutzt es als Kathode für starke Ströme, dann tritt hier Licht auf, welches das Linienspectrum des Metalles zeigt. Morse benutzt den Wehneltunterbrecher, bei diesem tritt Licht an der activen Electrode auf, welches das Spectrum ihres Metalls oder der benutzten Salzlösung zeigt. Morse erhält photographisch 24 Ba-Linien, die theils dem Bogen, theils dem Funken angehören, zum Theil aber mit von beiden abweichenden Intensitäten.

Eine neue Art der Erzeugung des Spectrums findet Goldstein [78]. Schmilzt man in ein 3/4 mm weites Röhrchen Electroden ein, füllt über die Anode Pulver eines Ba-Haloides, evacuirt und lässt condensirte Entladungen hindurchgehen, so soll ein äusserst intensives linienreiches Spectrum entstehen, ein Theil der Linien erscheint dabei umgekehrt.

Zonta [64] benutzt einen von Auer [1]) angegebenen Funkenapparat und findet ein Spectrum, welches dem des Bogens ähnlicher ist, als dem des Funkens.

Von weiteren Untersuchungen über das Linienspectrum sind noch zu nennen: Steinhausen [52], welcher die verstärkten Linien aufsucht, Lummer und Pringsheim [48] beobachten an mehreren Linien anomale Dispersion, ebenso Puccianti [56, 60], Schön [69], Geisler [80]. Puccianti [67] macht auch interessante Beobachtungen am Wechselstrombogen: in der Phase des minimalen Stroms bleiben nur die beiden Hauptlinien 5536 und 4554 neben einigen Banden sichtbar.

Den Zeeman-Effect einiger Linien untersuchen zuerst Runge und Paschen [45], es zeigt sich, dass Paare vorhanden sind, deren Verhalten darauf hinweist, dass sie denen der Alcalien analog sind. Später untersucht Moore [74] weitere Linien.

Hagenbach und Konen [59] geben in ihrem Atlas Abbildungen des Funken- und Bogenspectrums. Nutting [63] untersucht die feinere Structur der Linien, er findet, dass etwa die Hälfte aller Linien einfach ist, die übrigen sich leicht umkehren oder verdoppeln, während die fünf Hauptlinien 6497, 6142, 5536, 4934, 4554 mehrere Componenten haben und je nach der Intensität sehr variabel sind.

1) Vgl. Band I. p. 183.

Pollock und Leonard [70] sehen nach, welche Linien im Funken nach Lösungen übrig bleiben, wenn man die Lösung immer stärker verdünnt; bei einer Verdünnung von 0.001 % sind noch 4554 und 4131 zu sehen. Auerbach [72] will in verschiedenen Flammen den Einfluss steigender Temperatur auf die Entwicklung des Spectrums untersuchen. — Ritz [75] wendet eine neue complicirte Serienformel an, um gesetzmässig gelagerte Linien zu finden. —

Die übrigen Abhandlungen beschäftigen sich im Wesentlichen mit Bandenspectren. Wiedemann [52 a] giebt kleine Zeichnungen der Haloidverbindungen im Bogen. Fabry [57] misst zuerst die prachtvollen und lichtstarken Banden, welche Bariumfluorid im Bogen liefert, genauere Messungen hat dann Rösch [66] veröffentlicht. Humphreys [61] beobachtet, dass die Bandengruppen bei 5015 und 4970 im Bogen leicht umgekehrt werden, eine bei Banden im Allgemeinen seltene Erscheinung. Dufour [77] findet an Banden des Fluorids und des Chlorids Zeeman-Effect, und zwar zum Theil anomalen Effect.

Eine eingehende Untersuchung der Banden der Haloidverbindungen liefert Olmsted [62], die Kenntniss wird namentlich für die Metallbanden wesentlich vervollständigt durch Borsch [81]; Holler [73] und Borsch messen auch einzelne der Banden genauer aus. Carlheim-Gyllensköld [79] endlich regt verschiedene Salze durch Kathoden- und Kanalstrahlen an, erhält keine Linien, wohl aber continuirliche Spectren und Banden, die für beide Strahlenarten verschieden sind. Ob diese Banden wirklich zum Chlorid gehören, oder ob es Phosphorescenz hervorgebracht durch Verunreinigungen ist, scheint mir sehr zweifelhaft.

1. Linienspectrum.

Aus dem Besprochenen ergiebt sich, dass das Linienspectrum auf sehr verschiedene Weise hervorgerufen werden kann: durch Flammen verschiedener Art, durch Bogen, durch Funken verschiedener Art, im electrischen Ofen, bei Electrolyse; je nach Art der Erzeugung sind das Spectrum und die relativen Intensitäten wesentlich verschieden. In den folgenden Tabellen sind die besten Messungen zusammengestellt. Die älteren Messungen von Kirchhoff, Huggins, Thalén lasse ich fort, da sie durch neuere weit überholt sind.

Moore [74] hat bei Untersuchung des Zeeman-Effectes das rothe Funkenspectrum photographirt, und giebt eine Anzahl Linien, die im Bogenspectrum nicht beobachtet sind. Ein vollständiges Verzeichniss der rothen Linien hat er nicht veröffentlicht, sondern nur die, an welchen er die Aufspaltung gemessen hat. Von ihm allein sind folgende Funkenlinien gefunden:

6687.5	—	6495.3	2	6403.1	4	6165.4	2
6630.5	—	6484.7	6	6398.84	—	6148.6	3
6611.8	8	6435.2	4	6200.3	—	6132.2	3
6595.55	10	6433.5	6	6192.1	3	5988.1	—
6548.3	2	6409.3	6	6182.6	2	4416	—

Die auffallenden Paare mit gleicher Schwingungsdifferenz sind in der folgenden Tabelle mit P bezeichnet.

	Lehmann (46) Bogen	I	Hermann (53) Bogen	I	Hoeller (73) Bogen	I
	8921 04	2	8915 19	2		
	8868 50	1	8861 40	1		
	8806 22	1	8799 86	0		
	8659 38	1	8654 33	1		
	8585 70	1	—			
	63 92	4	8560 20	1		
	18 24	1	—			
	8328 26	1	—			
	8289 08	2	—			
	69 94	1	—			
	12 98	4	8210 73	6		
	8164 16	2	—			
	52 20	2	8148 32	0		
	22 60	1	20 84	0		
	8097 60	1	—			
	77 74	1	—			
	63 36	1	—			
	21 08	2	—			
	7984 52	2	—			
	61 70	2	7961 23	0		
	41 24	2	39 21	0		
	12 64	2	11 53	4		
II N I 1	06 28	4	06 13	7 u		
	7878 88	2	7878 13	0		
	42 16	2	39 57	4		
	00 96	1	—			
	7782 38	4	7780 70	5		
	69 90	1	—			
	54 24	2	51 92	2		
	25 04	1	—			
	10 06	3	09 96	1 u		
	06.59	2	06.82	0		

	Lehmann (46) Bogen	I	Kayser u Runge (31) Bogen	I	Hermann (53) Bogen	I	Hoeller (73) Bogen	I	
	7068 72	2			7069 64	1	—		
	61 28	4			60 26	10R	7060 330	8	
	49 58	2			—		—		
	39 09	1			—		—		
	30 92	1			—		—		
	6988 87	1			6989 82	1	—		
	84 97	2			87 27	3	—		
	65 41	1			—		—		
	61 63	2			62 77	0u	—		
	41 56	2			—		—		
	27 88	2			—		—		
	6873 90	2			6874 35	2	—		a) [7])
	—				68 04	4	6868 057	2	
	66 64	3			65 93	8	66 265	4	
	61 30	1			—		—		
	56 26	2			—		—		
	41 40	2			—		—		
	31 84	2			—		—		
	26 26	1			—		—		
	09 31	2			—		—		
					6772 07	4	6772 156	1	a)
					61 90	1	—		
							18 021	1	
							08 122	3	
							6694 158	6	a) [4]) [7])
			6675 30	1			75 598	6	a) [4]) [7])
			—				54 453	2	[4])
			6595 55	1			6595 626	7	a) [7])
			—				31 895	2	
			27 56	4			27 683	7	a) [1]) [4]) [7])
			—				14 552	2	
			6498 93	4			6499 142	7	[4]) [7])
P_1			97 07	6 R			97.278	10	a) [1]) [4])

	72 81	4	7672 42	5					—		88 583	2	
	68 45	1	—						83 10	4	83 208	6	[4] [7]
	44 57	4	43 42	3					—		79 888	2	
	38 15	3	37 47	1 u					—		64 341	2	
	33 53	2	—						—		55 855	2	
	11 36	2	10 74	2					51 05	4	51 141	6	[1] [2] [4] [5] [7]
	7588 63	2	—						6341 88	4	6341 950	6	a) [1] [4] [7]
	7489 92	2	7488 38	6					—		6233 896	2	
	85 31	3	—						—		6174 767	3	
	61 76	2	60 27	6					6141 93	10 R	42 045	10	[1] [2] [4] [5] [7]
	57 23	3	—						11 01	6	11 030	8	a) [1] [4] [7]
	20 96	2	—						6083 63	1	6083 729	2	
	16 51	3	17 80	6					63 33	6	63 357	8	a) [1] [4] [7]
	7395 28	2	—						19 69	6	19 774	7	a) [1] [4] [7]
II N II 1	90 61	4	7292 83	7					5997 31	4	5997 382	7	a) [1] [4] [7]
	77 13	2	76 10	4					78 72	1	—		
	73 05	2	—						71 94	8	72 010	7	a) [1] [4] [7]
	57 14	1	59 67	3					65 06	2	65 079	2	
	25 28	1	—						—		62 777	2	
	7282 92	2	—						07 88	6	07 912	4	[7]
	80 25	4	7280 58	10					—		05 315	2	a)
	29 92	2	—					P_1	5853 91	10 R	5854 000	7	a) [1] [2] [3] [4] [5] [7]
	27 28	4	29 40	10					26 50	8 R	26 550	7	a) [1] [2] [4] [7]
	10 96	2	13 83	2				I N I 3	19 21	4 u	19 249	3	
	05 84	2	08 50	2					05 86	6 R	05 920	5	[1] [7]
	7197 99	2	—					I N I 3	00 48	6 R	00 557	7	[7]
II N III 1	94 52	3	7195 71	9					5784 24	2 u	5784 280	3	
	56 51	2	54 91	5				I N I 3	77 84	10 R	77 900	9	a) [1] [2] [4] [7]
	33 12	3	—						21 66	1 u	—		
	23 96	2	—						—		20 986	2	
	20 85	4	20 73	8					—		18 584	2	
	08 71	3	—						—		16 250	2	
	7088 76	3	7090 51	9	7090 388	1			13 62	4 r	13 682	3	

a) Von Huggins (7) im Funken gemessen 1) Von Lecoq (19) im Funken nach Chloridlösung gemessen 2) Von Morse (55) im Wehneltunterbrecher gemessen 3) Nach King (58) in Atmosphäre von O verstärkt 4) Auf Zeeman-Effect untersucht 5) Von Rowland (37) in Sonne gemessen 7) Für diese Linien ist von Geisler (80) anomale Dispersion beobachtet

	Kayser u Runge (31) Bogen	Saunders (76) Bogen	Hoeller (73) Bogen	Exner u Haschek (51) Bogen	Exner u Haschek (47) Funke	
	5709 82 4 r	—	5709 900 1			
	—	—	06 385 1			
	—	—	05 105 2			
	5680 34 6R	—	5680 400 5			
	—	—	29 216 2			
	—	—	25 898 2			
	—	—	23 430 2			
	20 41 2U	—	20 451 2			
	—	—	19 397 2			4)
	—	—	16 106 2			
	—	—	14 141 2			
	5593 45 4 u	—	5593 550 2			
I N II 3	—	5536 07	—			
	35 69 10R	—	35 830 10			a) 1) 2) 4) 7) 8)
I N II 3	19 37 8R	19 37	19 376 6			a) 2)
	5473 94 4 u	—	—			
	37 66 2 u	—	5437 600 2			
	—	—	33 812 2			
I N III 3	24 82 8R	—	24 850 6			2) 7)
	—	—	16 582 3			
	—	—	05 140 4			
	5393 47 1 r	—	5393 510 1			
	81 25 1 r	—	—			
	79 05 1 r	—	—			
	65 46 1 r	—	65 550 1			
	—	—	49 710 4			
	09 20 2 r	—	—			
	05 99 2 r	—	05 996 1			
	—	—	03 567 3			
	(02 97 4 r	—	03 005 4			
	5294 46 2	—	5294 355 2			
	91 16 1 u	—	91 100 1			
	79 72 1 u	—	—			

	Kayser u Runge (31) Bogen	Saunders (76) Bogen	Exner u Haschek (51) Bogen	Exner u Haschek (47) Funke	
I N I 4	4489 50 4 v	—	4489 10 8	4489 15 2 v	
	67 36 4	—	67 29 2	67 37 2	
	32 13 6R	—	[illegible]2 10 10	32 11 15	2) 4) 7)
	13 96 2	—	13 85 1	13 95 1	4)
	07 10 4 r	—	07 03 2	07 15 2	
	02 75 8R	—	02 74 10	02 80 15 r	2) 4)
	4359 80 2	—	4359 75 1	4359 83 1	
	50 49 8R	—	50 60 10	50 70 5 r	2) 4) 5)
I N II 4	33 04 4 u	—	33 08 1	32 8 1 u	
	25 38 2	—	25 34 1	25 38 1	
I N II 4	23 15 4 v	—	23 18 2	23 0 1 u	
	—	—	—	05 45 1	
	4291 32 4	—	4291 34 2	4291 35 2	
	83 27 8R	—	83 38 8	83 93 20 r	2) 4) 5) 8)
I N III 4	64 45 4 u	—	64 51 2	64 5 1 u	
	42 83 4 r	—	42 79 2	42 9 2 u	
II N I 4	39 91 2 r	—	39 85 2	40 0 1 u	
	24 11 4	—	24 17 2	24 15 1	
	4179 57 2 r	—	4179 60 3	—	
P₁	66 24 4	—	66 22 10	4166 29 100 r	2) 3) 4, 5) 6)
	32 60 2	—	32 58 3	—	4) 5)
	30 88 8R	—	30 88 30	30 91 800R	1) 2) 3) 4) [5) 6)
I N I 5, II N II 3	10 46 2	—	—	—	
	4087 90 1U	4087 53	—	—	
I N I 5	85 55 1U	84 94	—	—	
	79 56 1U	—	—	—	
II N III 3	—	26 57	—	—	
	3995 92 6	—	3995 85 2	3995 85 2	4) 5)
	93 60 10R	—	93 64 10	93 69 20	2) 4) 5) 8)
I N II 5	75 55 2 r	—	—	—	
I N II 5	—	3947 6	—	—	
I N II 4	—	45 6	—	—	
	38 09 6	—	38 05 2	38 11 2	

	77 84	4U	—	77 860	2					
	67 20	6U	—	67 239	5					
	53 94	1U	—	53 980	1					
	5177 60	2 u	—	5177 620	2					
	75 74	4 u	—	75 778						
	60 27	4 u	—	60 279	5					
	5055 12	2 u	—							
	4947 50	2 u	—							
P₂	34 24	10R	—							a) 1) 2) 3) 4) 5) 7)
II N I 2	03 11	6 r	—							
P₁	00 13	8	—							a) 1) 2) 3) 4)
	4877 99	2U	—							
	4726 63	8R	—					4726 72	3	4)
	24 89	2	—					—		
II N II 2	00 64	6 r	—			4700 65	2	00 8	1 u	3)
	4691 74	6R	—			91 80	8	4691 82	8	4) 7)
	73 69	6 v	—			73 80	2	73 70	2 v	2)
	42 38	1 r	—			—		—		
	36 80	2 r	—			36 5	1 u	—		
	28 45	4 v	—			28 50	1	28 4	1 u	
II N III 2	20 19	4 r	—			20 15	1	20 25	1 u	
	05 11	2 v	—			05 15	1 u	—		
	00 02	4 r	—			4599 92	4	00 03	2 r	4) 6)
	4591 88	2 v	—			92 00	1 u	—		
	89 82	2 v	—			89 95	1	—		
	79 84	8R	—			79 86	20	79 91	15	2) 4) 5)
	74 08	6R	—			74 09	8	74 18	8	4) 5)
P₂	54 21	10R	—			54 21	500R	54 21	1000R	1) 2) 3) 4) 5) 7) 8)
P₃	25 19	6	—			25 19	20	25 30	100 r	1) 2) 3) 4) 6)
	23 48	6R	—			23 41	15	23 45	2 u	
	06 11	6	—			06 13	10	06 14	10	2) 4) 5)
I N I 4	4493 82	4 v	—			4493 79	6	4493 7	1 u	

	35 87	8R	—	35 91	5	36 00	10 r	4)
	—		—	—		26 98	2	
	17 42	4	—	17 37	1	—		
	10 04	8R	—	10 11	5	10 15	10 r	2) 4) 5)
	06 20	2	—	—		—		3) 6)
	00 54	4 u	—	—		—		
I N I 6	—		3895 2	—		—		
	3892 93	2 u	—	3892 82	1	3892 42	500 r	2) 3) 4) 5) 6)
P₄	91 97	6 u	—	92 00	20	—		4)
	89 45	4	—	89 46	3	89 52	2	
	61 87	2 u	—	—		—		
	—		41 72	—		—		
	3794 77	2U	—	3794 8	2	—		
	—		3787	—		—		
	—		67 5	—		—		
	01 87	2 u	—	—		—		
	3689 28	2 u	—	—		—		
	64 76	2 u	—	—		—		
	62 62	6	—	3662 72	1	3662 7	1 u	
	—		—	—		49 38	1	6)
	37 10	1U	—	37 10	1	—		
	—		—	—		30 83	2	
	11 17	6 r	—	11 15	1	—		
	3599 60	6	—	3599 60	1	3599 7	1	
	93 58	4 r	—	3593 55	1	—		
	88 33	2 u	—	—		—		
	86 64	2	—	—		86 68	1?	
	79 97	4R	—	79 9	1	79 94	2	
	77 79	4 u	—	77 8	1	77 77	1	
	76 20	1	—	76 2	1	—		
	66 90	2 u	—	—		—		
	62 23	1 u	—	—		—		

a) Von Huggins [7] im Funken gemessen 1) Von Lecoq [19] im Funken nach Chloridlosung gemessen 2) Von Morse [55] im Wehneltunterbrecher gemessen 3) Nach King [58] in Atmosphare von O verstarkt 4) Auf Zeeman-Effect untersucht 5) Von Rowland [37] in Sonne gemessen 6) Nach Steinhausen [52] enhanced line 7) Fur diese Linien ist von Geisler [80] anomale Dispersion beobachtet 8) Von de Watteville [54] in Flamme mit Pulverisator gesehen

Kayser u Runge (31) Bogen	Exner u (51) Bogen	Haschek (47) Funke	
3548 14 2u	—	—	
44 94 6u R	3544 9 2 u	3445 0 1 u	
25 23 6u R	25 3 2 u	25 3 1 u	
01 29 10 R	01 22 10	01 26 5	4) 8)
3420 48 4r R	3420 59 2 u	—	2)
77 19 4r R	3377 22 2	—	
—	—	3369 85 1	6)
—	—	68 32 3	6)
57 00 6u R	57 05 1 u	—	
—	—	49 5 1 ?	
—	—	32 2 1 u	
23 06 4r	23 1 1 u	—	
15 90 2u	—	—	
3298 25 4r	—	—	
—	—	3286 90 1	6)
81 96 4r	81 9 1 u	81 6 1 u	
—	—	69 8 1 u	
—	—	67 00 1	
62 75 2r	62 5 1 u	—	
—	—	35 0 1	
—	—	—	
23 11 1 U	—	—	
04 09 1 U	—	—	
—	—	3195 31 1	6)
3184 45 1 U	—	—	
—	—	63 42 1	
—	—	52 76 1	6)
19 48 1 U	—	19 26 1	6)
08 37 2u	—	—	
—	—	04 00 1	6)
—	—	80 1 1	
—	—	3079 20 2	6)
3071 71 6 R	3071 72 10	71 75 3	4)
—	—	43 84 1	6)
—	—	14 45 1	6)
—	—	2962 58 1	6)
—	—	60 10 1	
—	—	39 03 1	6)

	Kayser u Runge (31) Bogen	Saunders (84) Bogen	Exner u (51) Bogen	Hachesk (47) Funke	
	2785 22 8 u		2785 36 1	—	
	71 51 6		71 46 1	2771 60 3 r	6)
	—		—	46 2 1 u	
	—		—	31 55 1	
	02 78 4 R		02 70 1	02 7 1 u	
	—		—	2682 10 1	
	2647 41 4		—	47 42 2 r	6)
	41 52 4		—	41 55 1	6)
	34 91 8		2634 90 1	34 96 10 r	6)
	2596 89 4 R		2596 9 1u	—	
	—		—	2570 9 1 u	6)
	—		—	59 71 2	6)
	—		—	31.15 1	
	—		—	28 60 5 r	6)
	—		—	24 00 1	
	—		—	20 24 1	
	—		—	10 3 1	
	—		-	05 26 1	
	—		—	2476 92 1	
	—		—	18 20 1	
	—		—	2373 22 1	
	2347 67 6		2347 65 1	47 70 10	
	35 33 8 R		35 38 3 R	35 39 20 R	6)
	—		—	31 30 2	
	—		—	23 69 1	
	04 32 8 R		04 36 3 R	04 33 15 R	6)
	—		—	2280 91 1	
P_1	—	2287	—	—	9)
	2254 80 4	—	—	54 89 2	
	45 72 4	—	—	45 76 1	
P_2	—	2236	—	—	
P_3	—	2234			
	16 64 1	—			
P_4		2202			
P_5		2155			
P_1		2082			
P_3		2054			
P_5		1987			

Bandenspectra.

In Bezug auf Banden ist das Ba eines der interessantesten Elemente. Aber trotz zahlreicher Arbeiten sind die Kenntnisse sowohl in Bezug auf den Ursprung der Banden als in Bezug auf ihre Structur recht unbefriedigend

Am besten bekannt sind durch Olmsted [62] und Borsch [81] Banden, welche früher allgemein dem Oxyd zugeschrieben wurden, welche ich aber in

2) Von Morse (55) im Wehneltunterbrecher gemessen 4) Auf Zeeman-Effect untersucht 6) Nach Steinhausen (52) enhanced lines 8) Von de Watteville (54) in Flamme mit Pulverisator gesehen 9) Die von Saunders (84) gegebenen Linien bilden Paare mit gleicher Schwingungsdifferenz

Uebereinstimmung mit den meisten neueren Autoren dem Metall selbst zuschreibe Es soll zunachst eine historische Uebersicht uber diese Banden zusammen mit denen der Verbindungen gegeben werden

Miller [1] bringt das Chlorid in die Alcoholflamme, sieht „Linien“ im Orange, Gelb und Indigo, es kann nicht zweifelhaft sein, dass er zuerst die Metallbanden beobachtet hat Dieselben Banden zeichnen Kirchhoff und Bunsen [2] in der Bunsenflamme. Mitscherlich [4] fuhrt die Chloridperle allein und mit Salzsauredampf in die Flamme, findet Unterschiede und entdeckt damit die Existenz von Verbindungsspectren Bald darauf [5] beschreibt er die Metallbanden als „Oxydspectrum“, welches er durch Einfuhrung von Nitrat mit Ammoniumnitrat in der Flamme erhalt Das Spectrum der Chlorverbindung erzeugt er, indem er das Chlorid in die Wasserstoffflamme bringt, oder mit Chlor in die Bunsenflamme oder in die Knallgasflamme mit Wasserstoff-Ueberschuss Ein Bromidspectrum giebt ihm die Bromverbindung in einer Flamme von Br und H Das Jodidspectrum kann er nur schlecht erhalten in einer Wasserstoffflamme mit viel Joddampf. Das Fluoridspectrum zeigt sich, wenn er das Oxyd mit viel Fluorwasserstoffammoniak in die Flamme bringt Von Verbindungen mit S und Cy kann er keine besonderen Spectra erhalten Kleine Zeichnungen lassen angenahert die Wellenlangen der Banden fur Metall, Chlorid, Bromid und Jodid ablesen

Cooke [5] hat zuerst bemerkt, dass die Banden sich bei grosser Dispersion in Linien auflosen, dasselbe sehen Plucker und Hittorf [8], und viel spater von neuem Gouy [23]

Nun folgen mehrere Untersuchungen von Lecoq [13, 14] In der ersten beschreibt er nur das Spectrum des Chlorids, welches er mit Salzsaure im Brenner erhalt Dann wird auch das Bromid und Jodid untersucht, ihre Wellenlangen werden bestimmt und illusorische Beziehungen zwischen den drei Spectren und auch solche zu den analogen Salzen von Ca und Sr aufgestellt. In seinem Buche [19] giebt Lecoq Zeichnungen und Messungen von $BaCl_2$ in der Leuchtgasflamme (Metallbanden), ebenso bei Zusatz von Salzsaure (Chloridbanden), von den Bromid- und Jodidbanden in Flammen, denen Jod und Brom beigemischt ist, endlich vom Funken nach einer Chloridlosung Letzteres Spectrum enthalt hauptsachlich Banden, die theils Metall-, theils Chloridbanden zu sein scheinen (nach Olmsted) Lecoq spricht hier noch von Oxydbanden, sagt aber schon, dass sie vielleicht dem Metall selbst angehoren.

Smyth [15] misst auch die durch Nitrat in der Flamme erzeugten „Oxydbanden“ Lockyer [17] erhalt vom Chlorid, Bromid, Jodid in der Bunsenflamme neben der Linie 5534 stets dieselben Banden, welche dem Oxyd zugeschrieben werden Das Fluorid gab kaum Spuren derselben Später [30] misst Lockyer einzelne Kanten im Grun, in der Sauerstoff-Leuchtgasflamme erhalt er „flutings“, also wohl aufgeloste Banden im Roth, bei der Ungenauigkeit der Messungen lasst sich schwer sagen, um was es sich handelt. — Ciamician [22] arbeitet mit dem Fulgurator, er giebt Zeichnungen des Chlorids, Bromids und Jodids

Liveing und Dewar [24] erhitzen das Carbonat von Ba mit Aluminium und Russ in einem Porzellanrohr und erhalten in Absorption die drei stärksten Banden, welche Lecoq dem Chlorid zugeschrieben und mit α, β, δ bezeichnet hatte. Es wird sich also wohl schwerlich um Chloridbanden handeln — Eder und Valenta [32] photographiren das Flammenspectrum, suchen — ziemlich in Uebereinstimmung mit Lecoq — die „Oxyd"- und Chloridbanden zu unterscheiden Hartley [34] erhält die Metallbanden vom Sulphat in der Knallgasflamme, schreibt sie hier noch dem Oxyd zu — Friedländer [43] bringt wieder einmal die Haloidverbindungen mit den entsprechenden Ammoniumverbindungen in die Flamme, giebt schlechte Zeichnungen und Messungen, und will Beziehungen zwischen den Spectren finden (vergl Bd II p 493). Morse [55] findet im Wehneltunterbrecher neben Linien auch sehr hell im Grün die Metallbanden King [58] erhält im electrischen Ofen vom Chlorid neben sechs Banden im Grün auch eine besondere Gruppe im Ultraviolett; sie stimmen merkwürdiger Weise am besten mit Banden überein, die später Olmsted vom Bromid erhält, so dass auch ihr Ursprung unklar bleibt

Wiedemann [52a] giebt eine Zeichnung der Bogenspectra der vier Haloidverbindungen

Fabry [57] misst das Spectrum des Fluorids im Bogen, ebenso genauer Rösch [66] Humphreys [61] beobachtet Selbstumkehr zweier dieser Banden, Dufour [77] findet an ihnen den Zeeman-Effect

Die sorgfältigste Untersuchung sämmtlicher Banden in der Sauerstoff-Leuchtgasflamme führt Olmsted [62] mit einem kleinen Concavgitter durch. Er meint, die bisher meist dem Oxyd zugeschriebenen Banden rührten vom Metall selbst her, misst sie genauer bis ins Ultraviolett und stellt ihren gesetzmässigen Bau fest Neben diesen regelmässig gelagerten Banden treten noch einige diffuse, wie Flecken aussehende auf, welche mit dem gesetzmässigen Metallspectrum nicht zusammenhängen, und diese meint er dem Oxyd zuordnen zu sollen Daneben misst er Banden des Chlorid, Bromid und Jodid — Auch Hartley [68] kommt zum Schlusse, dass die Banden vom Metall selbst herrühren In einer späteren Abhandlung [79a] scheint er allerdings anzunehmen, dass sie vom Metall beim Process der Oxydation ausgesandt werden

Die Untersuchungen von Olmsted über das Metallbandenspectrum sind dann bestätigt und wesentlich ergänzt worden von Borsch [81], der die Messung namentlich ins Roth ausdehnt, während Olmsted 67 Kanten gemessen hatte, die sich von 381 $\mu\mu$ bis 586 $\mu\mu$ erstreckten, dehnt Borsch die Messung bis 710 $\mu\mu$ aus, und hat etwa 150 Kanten zur Verfügung, die sich sämmtlich vollkommen gesetzmässig gelagert erweisen Die Aufnahmen werden zum Theil mit einem grossen Concavgitter gemacht, dadurch die Banden in ihre Linienserien aufgelöst, und die Structur dieser Serien untersucht Schon vorher hatte auch Hoeller [73] einzelne solcher Serien gemessen, er erhielt sie im Bogen, nicht in der Flamme, wie Borsch Borsch untersucht auch die Spectra von Chlorid, Bromid und Jodid

Hagenbach und Konen [59] geben in ihrem Atlas neben Photographieen des Funken- und Bogenspectrums auch solche der Chlorid- und Metallbanden in der Flamme, die Zahlen, welche man für die Kanten ablesen kann, zeigen eine erfreuliche Uebereinstimmung mit den Messungen von Olmsted und Borsch, im Gegensatz zu den älteren Angaben. Diese sind eben mit ungenügender Dispersion gewonnen, und daher wurden meist Linienanhäufungen als Kanten gemessen, wie das bei so ungemein complicirten Spectren nicht zu vermeiden ist.

Metallbandenspectrum.

Diese früher dem Oxyd zugeschriebenen Banden sind sämmtlich nach Roth abschattirt. Die gemessenen 150 Kanten, — es sind zweifellos noch weit mehr vorhanden, — lassen sich in 12 Serien von Kanten einordnen, die wieder gesetzmässig zusammenhängen. Innerhalb jeder Serie nimmt die Intensität wellenförmig ab und zu, wie das zuerst Olmsted festgestellt hat. Von jeder einzigen Kante laufen mehrere Linienserien aus, mindestens zwei, die sich zu Paaren ordnen. Sie sind meist nicht sehr weit zu verfolgen, da sich Serien von anderen Kanten darüber lagern, doch hat Borsch mehrfach 30, Hoeller sogar in einer Serie über 60 Glieder verfolgen können. Man erkennt daraus, wie enorm linienreich das Spectrum ist, 20 000 bis 30 000 Linien werden sicher vorhanden sein.

Ich gebe im Folgenden nur die Wellenlängen der Kanten, wie sie durch die Messungen von Olmsted und Borsch festgestellt sind, die Angaben von Mitscherlich, Lecoq, Ciamician, Smyth, Eder und Valenta, Hartley haben ihnen gegenüber keine Bedeutung, und stimmen auch mit ihnen und unter einander sehr schlecht. Hartley [79a] sieht Banden von 7318 an. Auch Auerbach (72) giebt einige Banden an, seine Messungen stimmen leidlich gut.

Borsch	Intensit.	Serie		Borsch	Intensit.	Serie	Borsch	Intensit.	Serie
7101	—	2		6493.44	9	3	6270.5	3	—
6820	—	1	1)	40.1	3	8	59.5	3	5
6796	—	6		36.5	—	—	24.8	6	2
85.5	—	4		22	4	2	19.2	3	11
55.5	—	8		6388.5	2	9	15	3	8
16	3	3		85.2	2	1	02.2	3	—
6637	2	2		70.6	3	6	6180.3	3	1
6593.5	1	1		65	1	—	68.5	3	6
82.1?	—	6		60.5	3	4	65.0	6	4
65.5	3	4 u 11		40.5	3	—	41.9?	3	—
53.5	1	—		34.5	3	—	37	2	9 u 12
29	1	—		28.9	2	10	29.6	3	3
22.5	2	12		6291.3	8	3	24.1	3	3
14	2	7		74.0	2	7	16.3	2	2

1) Diese Kante ist Eder und Valenta entnommen.

Borsch	Intensit	Serie	Olmsted
6111 0	2	—	
06 3	2	—	
02	3	—	
00.5	5	3	
6083 4	3	7	
77 9	2	—	
72	—	—	
66	4	5	
40 0	9	2	
19 7	1	-	
15	2	—	
09	2	—	
5984 0	4	1	
74 5?	3	—	
70 0	4	6	
20 3	2	3	
09 8?	} 2	11	
08?		—	
5899 3	3	9	
86 1	4	5	
83 7	3	7	
64 4	10	2	5864 4
33 3	2	—	—
29 2	2	12	—
07 0	6	1	5806 5
5777 4	3	10	—
56 7	3	3	5757 0
38	3	—	—
20 9	3	5	—
09	5	7	—
00 7	8	2	00 87
—	1	11	5680
5672 8	4	8	—
58 0	2	4	59 0
43 88	9	1	44 3
00 5	4	3	01 5
5553 0	1	10	—
—	3	2	5544 5
41 7?	3	12	—
38	3	7	—
08	3	4	07
5492 7	10	1	5492 70
—	1	6	67
—	3	3	54
—	1	1	40
—	2	5	19
03	2	2	03
—	2	7	5388
5372	2	—	—

Borsch	Intensit	Serie	Olmsted	
—	2	4	5366	
49 4	8	1	49 7	
—	1	3	18	
—	2	8	02 6	[1]
—	1	2	5264	
—	1	4	33	
5214 04	7	1	14 5	[1]
—	1	3	5185	
—	1	2	34 0	
—	1	4	04	
5086 0	6	1	5086 51	[1]
	1	3	5061	
	2	2	12	
	3	1	4965 6	
	1	—	49 0	
	2	3	42 5	
	2	—	31 0	
	2	2	4896 5	
	3 v	Oxydbanden	88 4	
	2 v		84 2	
	3 v		79 9	
	4 v		75 9	
	4 r		73 7	
	6 v		69 9	
	6 r		68 4	
	6 v		65 0	
	6 r		63 5	
	6 v		58 3	
	6 r		56 8	
	6 v		52 8	
	6 r	1	51 5	
	3	—	42 8	
	2	3	31 34	
	1	—	20 8	
	4	2	4786 56	
	2	4	69 4	
	4	1	42 0	
	3	3	23 32	
	2	5	09	
	1	—	02 2	
	5	2	4680 8	
	3	4	65 2	
	4	1	37 8	
	4	3	23 27	
	2	—	11 9	
	—	5	08 4	
	2	—	4599 6	
	4	2	81 4	
	4	4	67 62	

Olmsted	Intensit	Serie
4550 6	2	6
38 0	2	1
26 40	4	3
13 6	3	5
4485 77	3	2
74 2	3	4
46 8	1	1
34 4	3	3
25 7	2	5
15 6	1	—
4395 2	1	2
84 8	3	4
76 3	2	6
56 1	1	1
46 3	2	3
36 0	2	5
20 9	1	7
11 6	1	—
03 1	1	4
4291 6	2	—
88 0	1	6
78 4	2	8
68 4	2	1
62 1	2	3
55 2	3	5
29 2	1	—
19 2	1	4
09 5	2	6
4194 2	2	8
76 9	2	1 u 5
69 4	2	7
57 8	1	—
52 0	1	9
45 1	1	2
35 7	2	6
29 5	1	—
14 2	1	8 u 10
05 1	2	3
4099 3	3	5
88 3	1	1
79 9	1	—
70 5	1	2
63 4	2	4
58 4	1	6
39 9	2	3 u 8
19 4	1	—
08 4	1	1
02 4	—	7
3992 4	2	4

1) Diese Banden zeigen nach Geisler (80) anomale Dispersion

Olmsted	Intensit	Serie
3986 4	1	—
73 4	1	—
59 3	1	3
29 6	1	1
07 1	1	—
3886 5	1	—
78 8	1	—
56 1	1	1
36 2	1	—
13 2	1	—

Oxydbanden.

Olmsted macht darauf aufmerksam, dass neben den im Vorhergehenden aufgeführten Metallbanden bei allen Salzen noch andere Bänder erscheinen, die im Aussehen sehr an die unscharfen Bänder des Oxyds von Ca und Sr erinnern, und nicht in das System der Metallbanden hineinpassen Sie werden daher am besten dem Oxyd zugeschrieben Sie liegen etwa zwischen 485 und 515 $\mu\mu$, stören sehr die Messung der Metallbanden, wie sie andererseits von diesen gestört werden, sie scheinen theils nach Roth, theils nach Violett abschattirt zu sein Olmsted hat sie nur auf der Strecke 485—488 $\mu\mu$ gemessen, und die Zahlen sind schon in der vorigen Tabelle mit enthalten

Chloridbanden.

Trotz zahlreicher Angaben von Mitscherlich, Lecoq, Ciamician, Eder und Valenta, Wiedemann, Morse, Olmsted, Hagenbach und Konen, Borsch ist das Spectrum noch sehr wenig bekannt Ich gebe im Folgenden einige der besten Messungen

Olmsted		Börsch	Hagenbach u Konen	Lecoq in Flammen	Lecoq in Funke	Morse
{ 5321 6	6 v	—	—	—	—	5325 Kante
{ 5316	6	—	5316	γ 5313	5312	—
5242 2	10	5242 2	5240	α 5242	5242	5242 Kante
{ 5214 8	2	—	5214	—	—	—
{ 5206	2	—	—	δ { 5205	5205	—
5168 9	4 r	—	5168	δ { 5171	5170	5167 Mitte
5137 8	10	5139 08 v	5135	β 5136	5136	5134 Mitte
5100 5	1 r	—	—	—	5105	—
5066	2 r	—	5064?	5064	5064	—

Nach Olmsted bilden diese Bänder zwei Serien, 5066, 5137, 5206, 5316 gehören zusammen, ebenso 5100, 5168, 5244 Lecoq hat im Funken

noch zwei schwache Bänder bei 5385 und 5404, Olmsted meint, sie gehörten vielleicht zur zweiten und ersten Serie Nach Borsch ist die Kante 5139 dreifach, er misst 5139 08, 5137 90, 5136 62 — Auch King [58] erhält diese Bandengruppe im electrischen Ofen und beschreibt sie, Olmsted meint, dass es sich danach um ein Gemisch der Chlorid- und Metallbanden gehandelt habe — Hartley [79a] findet, zum Chlorid gehörten Banden bei 5274, 5180, 4900

Sehr viel genauere Resultate hat Dufour [77] erreicht, dem es gelungen ist, die Banden 5242 und 5139 wesentlich weiter zu verfolgen und den Zeeman-Effect an ihnen zu beobachten Er spricht von Banden 5244 30 (die er R nennt), 5241 50 (Q), 5192 16, 5168 17, 5166 08, 5139 07 (P), 5134 90 (M) — Von diesen Banden scheinen nur 5244 und 5168 den normalen Zeeman-Effect zu geben, die anderen den anomalen Die Kantenserien sind nach Violett abschattirt, während jede Bande nach Roth abschattirt ist

Genauere Messungen der Kanten, bezogen auf die neuen Normalen von Fabry und Buisson, sind.

M		P		Q		R	
λ	J	λ	J	λ	J	λ	J
5134 90	5	5139 07	10	5241 50	2 0	5244 30	2 0
33 65	4 7	37 81	9 7	40 95	1 5	43 76	1 5
32 30	4 4	36 59	9 4	40 45	1 0	43 29	1 0
31 02	4 1	35 35	9 1	39 92	0 5	42 84	0 5
29 69	3 8	34 12	8 8				
28 30	3 5	32 89	8 5				
26 93	3 2	31 67	8 2				
25 58	2 9	30 34	7 9				
24 20	2 6	29 04	7 6				
22 86	2 3	27 66	7 3				
21 46	2 0	36 38	7 0				
20 07	1 7	25 12	6 7				
18 62	1 4	23 73	6 4				
		22 43	6 1				
		21 17	5 8				
		19 83	5 4				
		18 45	5 1				
		17 05	4 8				

Bromidbanden.

Noch weniger aufgeklärt sind die Verhältnisse beim Bromid Wenn man von den unklaren Zeichnungen von Mitscherlich und Ciamician und den besseren von Wiedemann absieht, liegen Messungen durch Lecoq und Olmsted und der beiden Hauptbanden durch Borsch vor Die Zahlen sind folgende

Olmsted		Lecoq	Borsch	
{5470	1 v			
{5456	1	5458		
{5416 3	6			
{5410 4	6	γ 5410		
5360 3	10	α 5358	5359 85	v
{5302 7	4 r	δ {5304		
{5301 5	4			
{5260 6	4			
{5248 5	4	5249		
5208 2	8	β 5206	5208 24	v
5152 7	2 r	ε 5149		
5095	1/2	5102		

Nach **Olmsted** bilden auch diese Banden zwei Serien, zur ersten gehoren die Banden von 5470 bis 5301, zur zweiten die folgenden. Die beiden starksten Banden 5360 und 5208 sind nach **Olmsted** nach beiden Seiten abschattirt. Dass dies Aussehen aber nur durch ungenugende Dispersion vorgetauscht war, findet **Borsch**, der mit grossem Concavgitter diese Bander ganz auflost und misst. Dabei zeigt sich, dass die dritte Linie die grosste Intensitat hat, die Banden sonst ganz regelmassig nach Violett verlaufen. Uebrigens meine ich nach dem Aussehen der Spectren, dass die „Linien" dieser Serien selbst Kanten sind, jede der **Olmsted**schen Banden also eine umfangreiche Bandengruppe reprasentirt.

Ausser diesen relativ kraftigen Banden tritt bei sehr langer Exposition noch eine schwache Gruppe im Ultraviolett auf, welche **Olmsted** allein gemessen hat. Sie ist ahnlich einer von **King** im electrischen Ofen vom Chlorid erhaltenen Gruppe. Ob beide identisch sind oder nur sehr ahnlich und wegen ungenugender Genauigkeit der Messung nicht unterscheidbar, und wozu die Banden gehoren, ist unbekannt.

Olmsted		King
3944 4	1 v	3961
{3923 2	2	
{3922 0	2 v	3922
{3893 0	2	
{3891 0	3 v	
{3861 7	4	3872
{3858 7	4 v	
{3829 7	3	
{3821 3	3 v	3822
3804 9	1 r	

Olmsted		King
{3796 2	2 r	
{3789 2	3	
3777 1	2 r	
{3770 8	1	3768
{3754 5	2 v	
{3719 4	3	3725
{3716 3	3 r	
{3696 5	2	3694
{3696 4	2 r	
3631 3	1 r	3646
3548 4	1 r	

Nach **Olmsted** bilden diese Banden eine Serie, in welcher die nach langeren Wellen liegenden Banden nach Violett abschattirt sind, die nach kurzeren Wellen liegenden nach Roth. Doch ist das nicht sicher, da die Metallbanden das Bild zum Theil sehr storen.

Jodidbanden.

Photographieen dieser Banden ergeben ein noch viel unklareres Bild, es erscheinen im Wesentlichen zwei Flecke bei etwa 561 und 538, in denen man noch Intensitätsunterschiede wahrnimmt, die je nach der Expositionszeit und Entwickelung verschiedenartig aussehen. Eine Deutung und Ausmessung hat Olmsted versucht, er findet

5615 7	7 v
5611 3	10 v
5009 9	
5608 5	10
5607 9	
5606 3	
5594 0	2 r
5388 0	3 v
5383 3	7 v
5380 6	7
5379 6	
5376 6	v
5372 9	
5366 0	2 v

Lecoq giebt nur zwei Bänder bei α 5607 und β 5376, ähnliche Zahlen kann man aus der Zeichnung von Mitscherlich und Wiedemann entnehmen, während die von Ciamician sehr abweicht. Borsch erhält mit grossem Gitter nach 10stündiger Exposition nur die beiden Bänder 5611 und 5607, die in sehr unklarer Weise noch zusammengesetzt erscheinen.

Fluoridbanden.

Im Gegensatz zu den vorigen Banden, welche im Wesentlichen nur in Flammen auftreten, lichtschwach und undeutlich sind, erhält man die Fluoridbanden sehr brillant auch im Bogen und kann sie mit grosser Dispersion untersuchen. Die Hauptbanden liegen im Grün und sind von Fabry [57] mit dem Auge, von Rösch [66] genauer nach Photographieen gemessen worden. Fabry giebt nur die aufs Vacuum reducirten Schwingungszahlen an. Ich habe sie auf Wellenlängen in Luft nach den von M. Watts in seinem Index of spectra gegebenen Correcturen umgerechnet (s. nebenst. Tabelle S. 159).

Die Bande C giebt nach Dufour [77] normalen Zeeman-Effect, die Banden B und C unnormalen. Die Banden B und C′ kehren sich nach Humphreys [61] im Bogen leicht um.

Diese Zahlen geben Kanten an, welche nach Roth abschattirt sind, und die Kantenserien verlaufen nach der gleichen Richtung, d. h. innerhalb jeder Gruppe nimmt der Abstand nach Roth hin zu, die Intensität ab. Man erkennt auf den Photographieen deutlich, dass von jeder Kante Linienserien ausgehen, aber die Auflösung ist nicht genügend, dass man einzelne Linien messen könnte.

Olmsted findet noch Kantenserien, die bei ungefahr 5103, 5084, 5073 beginnen, nach Violett abschattirt sind. Ferner findet er eine ausserordentlich schwache Serie bei 3810 04, die ebenfalls nach Violett verlauft. „Bei 3716 3 liegt eine schwache Schattirung nach Roth, die so aussieht, als konnte sie ein Schwanz sein."

Serie A nach Rosch
„ 2 „ Fabry

Rosch	Fabry
—	4937 507
—	39 092
—	40 362
4941 664	41 535
42 787	42 830
43 887	—
44 962	—
45 867	—
46 625	—

Serie B nach Rosch
„ 1 „ Fabry

Rosch	Fabry
4951 034	4950 949
52 824	52 799
54 542	54 606
56 212	56 277
—	57 727
59 235	59 375
60 637	60 803
61 966	62 084
63 197	63 316
64 331	64 450
65 415	65 486
66 328	66 470
67 364	—

Serie C nach Rosch
„ 3 „ Fabry

Rosch	Fabry
4992 361	4992 313
95 204	95 057
98 001	97 855
5000 775	5000 706
03 352	03 334
05 932	05 915
08 389	08 223
—	10 609
—	12 896

Serie D nach Rosch
„ 5 „ Fabry

Rosch	Fabry
5119 358	5119 137
21 508	21 367
23 528	23 362
25 497	25 333
27 495	27 147
29 257	29 094
31 021	30 885
32 680	32 492
—	34 258
35 764	35 710
37 188	37 108
38 508	38 508
—	39 697
40 912	40 966
41 917	49 945
42 710	—

Serie C′ nach Rosch
„ 4 „ Fabry

Rosch	Fabry
5000 775	5000 706
03 903	03 860
06 834	06 793
09 694	09 654
12 255	12 393
15 196	15 109
17 888	17 712
20 433	20 288
23 006	22 938
25 428	25 362
27 829	27 764
30 181	30 067
32 434	32 245
34 638	34 577
36 743	36 708
38 798	38 917
40 780	40 772
42 788	42 680
44 645	44 614
46 478	46 474
48 261	48 385
50 020	49 865
51 628	51 779
53 235	53 235
54 768	—
56 225	—
57 529	—

Serie 6
nach Fabry

5104 913
06 609
08 279
09 742
11 153

BERYLLIUM (Be = 9.1).

Literatur.

[1] G. Kirchhoff, Untersuchungen über das Sonnenspectrum und die Spectra der chemischen Elemente. Abhandl. Berlin. Akad. 1861 p. 63—95, 1863 p. 227—240. Funke.

[2] R. Thalén, Mémoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies métalliques. Nova acta reg. soc. sc. Upsal. (3) **6** (1868). Funke.

[2a] Rand Capron, Photographed spectra, London 1877. Photographie des Bogens.

[3] J. N. Lockyer, Researches in spectrum analysis in connexion with the spectrum of the sun. Proc. Roy. Soc. **27** p. 279—284 (1878), C. R. **86** p. 317—321 (1878). Linien in Sonne.

[4] A. Cornu, Sur les raies sombres du spectre solaire et la constitution du soleil. C. R. **86** p. 315—317 (1878). Linien in Sonne.

[5] G. Ciamician, Spectroscopische Untersuchungen. Wien. Ber. **82**, II p. 425—457 (1880). Funke.

[6] W. N. Hartley, On the spectrum of beryllium, with observations relative to the position of that metal among the elements. J. chem. soc. **43** p. 316—319 (1883). Funke.

[7] W. N. Hartley, Remarks on the atomic weight of beryllium. Proc. Roy. Soc. **36** p. 462—464 (1884). Spectrum und Atomgewicht.

[8] W. N. Hartley, Flame spectra at high temperatures. Part I.-Oxy-hydrogen blowpipe spectra. Phil. Trans. **185** A p. 161—212 (1894). In Knallgasflamme.

[9] H. A. Rowland and R. R. Tatnall, The arc spectra of the elements. I. Boron and beryllium. Astrophys. J. **1** p. 14—17 (1895). Bogenspectrum.

[10] E. Demarçay, Spectres électriques. Paris 1895. Funke nach Lösung.

[11] W. J. Humphreys, On the change of wave-frequencies of the lines of emission spectra. Astrophys. J. **6** p. 169—232 (1897). Druckverschiebung.

[12] A. de Gramont, Analyse spectrale des minéraux non conducteurs par les sels fondus. Bull. soc. franç. de Minéral. 1898. Funke.

[13] F. Exner u. E. Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente. Wien. Ber. **108**, IIa p. 1071—1121 (1899). Funke.

[14] W. N. Hartley and H. Ramage, Banded flame-spectra of metals. Trans. Roy. Dublin Soc. (2) 7 p. 339—352 (1901). In Knallgasflamme.

[15] W. N. Hartley, Notes on quantitative spectra of beryllium. Proc. Roy. Soc. **69** p. 283—285 (1902). Funke nach Lösung.

[16] F. Exner und E. Haschek, Tabelle der Funkenspectra. Wien 1902.

[17] F. Exner und E. Haschek, Tabelle der Bogenspectra. Wien 1904.

[18] A. Hagenbach und H. Konen, Atlas der Emissionspectra. Jena 1905. Funke und Bogen.

[19] W. N. Hartley, On the thermo-chemistry of flame spectra at high temperatures. Proc. Roy. Soc. **A 79** p. 242—261 (1907). In Flamme.

[20] V. Carlheim-Gyllensköld, Sur les luminescences causées par les rayons-canaux. Ark. f. mat., astron. och fysik **4**, No. 33 p. 1—44 (1908). Kanalstrahlen.

Das Spectrum des Be gehört zu den linienärmsten, aber auch noch am wenigsten bekannten Spectren. Nachdem zuerst Kirchhoff [1] zwei Linien gefunden hatte, dann Thalén [2] dieselben, fügt Lockyer [3] eine neue

Linie hinzu, die aber wohl falsch ist, da sie nie wieder gefunden worden ist. Dasselbe gilt wohl von den 4 Linien, welche Ciamician [5] durch Funken zwischen Be-Electroden in Wasserstoff erhielt. Dagegen findet Cornu [4] im Ultraviolett ein richtiges Linienpaar. Hartley [6] erhält einige neue Linien aus dem Funken nach Lösung, er untersucht 10 Jahre später [8] Salze in der Knallgasflamme und erhält Banden, die aber nicht weiter behandelt werden, erst in einer Abhandlung mit Ramage [14] wird gesagt, die Banden seien nach Roth abschattirt, und es werden vier Kanten gemessen. Die Autoren meinen, das Spectrum gehöre nicht dem Oxyd, sondern dem Element selbst an; doch spricht Hartley in einer späteren Arbeit [19] von der Existenz eines Oxydspectrums. Die vollständige Messung im Bogen liefern Rowland und Tatnall [9], denen sich dann Exner und Haschek für Funken [13, 16] und Bogen [17] anschliessen.

Hartley [15] untersucht das Verschwinden der Be-Linien im Funken von Lösung auf Graphit. Die Linien 3130 und 3478 sind noch bei einer Concentration von 0.000001 % sehr deutlich, mit stärkerem Funken konnte man noch 1 Millionstel dieses Betrages wahrnehmen. Hartley giebt hier seine Messungen nach der Rowlandschen Scala.

Demarçay [10] erhält vom Funken nach der Lösung von chlorwasserstoffsaurem oder fluorwasserstoffsaurem Be cannelirte Banden, die denen des Aluminiums frappant ähnlich seien, und die Linie 4488. Gramont [12] erhält im Funken nach geschmolzenen Mineralien am stärksten die Linie 4573. — Humphreys [11] misst die Druckverschiebung für die Linien 3321.5, 3321.2, 3130.6. — Hagenbach und Konen [18] geben in ihrem Atlas Photographieen des Funken- und Bogenspectrums.

Carlheim-Gyllensköld [20] findet, dass Salze von Be unter Kanalstrahlen blau-violett leuchten, ein continuirliches Spectrum von 580—470 geben, welches aus Banden zu bestehen scheint. Kathodenstrahlen geben helles blaues Licht, das von 617 bis 420 reicht.

1. Linienspectrum.

Rowland u. Tatnall (9) Bogen	Exner u. Haschek (17) Bogen	Hartley (6) Funke	Kirchhoff (1) Funke	Thalén (2) Funke	Lockyer (3) Funke	Cornu (4) Funke	Ciamician (5) Funke	Exner u. Haschek (16) Funke
—	—	—	—	—	—	—	5097	—
—	—	—	—	—	—	—	5088	—
—	—	—	—	—	—	—	5080	—
4572.869 45	4572.88 8	—	4571.9	4571.1	—	—	—	4572.88 1
—	—	—	4487.9	4488.6	—	—	—	—
—	—	—			—	—	4015	—
—	—	—			3904.7	—		—
3367.719 3	—	—				—		—
21.487 45	3321.50 20	3322.3				—		3321.51 3

Rowland u Tatnall (9) Bogen	Exner u Haschek (17) Bogen	Hartley (6) Funke	Cornu (4) Funke	Exner u Haschek (16) Funke
3321 219 45	3321 23 20	—	—	3321 23 3
3131 194 60	3131 19 20	3130 3	3130 4	3131 20 15
30 546 60	30 52 20	—	3130 1	30 56 20R
2986 546 2?	—	—		—
86 177 3?	—	—		—
2898 352? 1?	—	—		—
2651 042 45 } 50 414 45 }	2650 71 10	2649 8		2650 71 7R
		—		—
2494 960 40 } 94 532 40 }	2494 76 8R	2493 6		2494 75 6R
—	—	2478 1		—
				—
2350 855 6	2350 90 1			—
48 698 50Rd?	48 64 3R			2348 72 3
—				48 58 1
2175 102 2?				

2. Bandenspectrum.

Das Bandenspectrum ist, wie schon gesagt, nur von Hartley und von Demarçay gesehen worden. Sein Ursprung, ob Metall oder Oxyd, ist unbekannt Die Banden sind nach Roth abschattirt Hartley und Ramage [14] messen vier Kanten: 4780, 4755, 4733, 4708

WISMUTH (Bi = 208 0)

Literatur

[1] Ch Wheatstone, On the prismatic decomposition of electric light Phil Mag (3) **7** p 299 (1835) Funke

[2] A Masson, De la nature de l'étincelle électrique et de sa cause Ann chim et phys (3) **31** p 295—326 (1851) Funke

[3] D Alter, On certain physical properties of light produced by the combustion of different metals, in the electric spark, refracted by a prism Amer J (2) **18** p 55—57 (1854) Funke

[4] F R Robinson, On spectra of electric light, as modified by the nature of the electrodes and the media of discharge Phil Trans **152** II p 939—986 (1862) Funke

[5] R Bottger, Zur Spectralanalyse J f pract Chem **65** p 392—394 (1862) In Flamme

[6] W A Miller, On the photographic transparency of various bodies and on the effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark Phil Trans **152**, II p 861—887 (1862) Funke, ultraviolette Photographie

[7] W Huggins, On the spectra of some of the chemical elements Phil Trans **154**, II p 139—160 (1864) Funke

[8] Fr Brasack, Spectralanalytische Untersuchungen Abhandl Naturf Ges Halle **9** p 1—16 (1864) Empfindlichkeit

[9] A Mitscherlich, Ueber die Spectren der Verbindungen und der einfachen Körper Pogg Ann **121** p 459—488 (1864) Verbindungsspectra

[10] E Diacon, Recherches sur l'influence des eléments électro-négatifs sur le spectre des métaux Ann chim et phys (4) **6** p 5—25 (1865) Verbindungsspectra

[11] R Thalén, Om Spectralanalys Upsala Univers årsskr 1866 Funke

[12] R Thalen, Mémoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies metalliques Nova acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868) Funke

[13] A Ditte, Sur les spectres des corps appartenants aux familles de l'azote et du chlore C R **73** p 738—742 (1871) Vermeintliche Beziehungen

[14] Lecoq de Boisbaudran, Observations sur quelques points d analyse spectrale, et sur la constitution des etincelles electriques C R **73** p. 943—946 (1871) Funke

[15] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux, Paris 1874 Funke nach Losung

[16] J N Lockyer, On the absorption of great thicknesses of metallic and metalloidal vapours Proc Roy Soc **22** p 371—372 (1874) Absorption durch Dampfe

[17] J N Lockyer and W Chandler Roberts, On the absorption spectra of metals volatilized by the oxyhydrogen flame Proc Roy Soc **23** p 344—349 (1875) Absorption

[18] A Gouy, Sur les caractères des flammes chargees de poussière saline C R **85** p 439—442 (1877) In Flammen

[19] Rand Capron, Photographed spectra London 1877 Photographie von Funke und Bogen

[20] G Ciamician, Ueber die Spectren der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen Wien Ber **76**, II p 499—517 (1877) Funke nach Losung

[21] J N Lockyer, Researches in spectrum analysis in connection with the spectrum of the sun Proc Roy Soc **27** p 279—284 (1877) Linien in Sonne

[22] J Parry and A E Tucker, On the application of the spectroscope to the analysis of iron and steel Engineering **27** p 127—128, 429—430, **28** p 141—142 (1879) Funke nach Lösung

[23] W N Hartley, Photographs of the spark spectra of twenty-one elementary substances (1881) Trans Roy Dublin Soc (2) **1** p 231—238 (1884) Funke, Photographie

[24] G D Liveing and J Dewar, On the ultra-violet spectra of the elements Phil Trans **174**, I p 187—222 (1883) Ultraviolettes Bogenspectrum

[25] W N Hartley, Researches in spectrum photography in relation to new methods of quantitative chemical analysis Phil Trans **175**, I p 49—62 (1884) Funke nach Lösung

[26] H Becquerel, Spectres d'emission infra-rouges des vapeurs metalliques C R **99** p 374—376 (1884) Ultrarothe Linien

[27] W N Hartley and W E. Adeney, Measurements of the wave-lengths of lines of high refrangibility in the spectra of elementary substances Phil Trans **175**, I p 63—137 (1884) Funkenspectrum

[28] J N Lockyer, Researches on the spectra of meteorites Proc Roy Soc **43** p 117—156 (1887) In Flammen

[29] V Schumann, Zur Photographie der brechbarsten Strahlen Photogr Rundsch **41** p 71—80 (1890) Kurzeste Wellenlangen

[30] W N Hartley, Flame spectra at high temperatures I Oxyhydrogen blowpipe spectra Phil Trans **185** A p 161—212 (1894) Knallgasflamme

[31] H Kayser u C Runge, Ueber die Spectra von Zinn, Blei, Arsen, Antimon, Wismuth Abhandl Berl Akad 1893 Wiedem Ann **52** p 93—113 (1894) Bogenspectrum, Gesetzmassigkeiten

[32] O Vogel, Ueber die Anwendung der Leuchtgassauerstoffflamme zu spectralanalytischen Mineraluntersuchungen Zs f anorg Chem **5** p 42—62 (1894)

[33] A de Gramont, Sur les spectres d etincelles de quelques minéraux C. R **118** p 591—594 (1894) Funke

[34] E Demarçay, Spectres electriques Paris 1895 Funke nach Losung

[35] A de Gramont, Analyse directe spectrale des minéraux Paris 1895 Funke

[36] A Schuster, On the constitution of the electric spark Rep Brit Ass 1897 p 557—558 Funke

[37] A Schuster and G Hemsalech, The constitution of the electric spark Phil Trans **A 193** p 189—213 (1899)

[38] W J Humphreys, On the change of wave-frequencies of the lines of emission spectra Astrophys J **6** p 169—232 (1897) Druckverschiebung

[39] F Exner u E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien. Ber **106** IIa p 337—356 (1897) Funke

[40] G A Hemsalech, Sur les spectres des décharges oscillantes J de phys (3) **8** p 652—660 (1899) Selbstinduction.

[41] J. N Lockyer, Preliminary table of wave-lengths of enhanced lines Proc Roy Soc **65** p 451—461 (1899) Verstarkte Linien.

[42] F Exner u E Haschek, Tabellen der Funkenspectra Wien 1902

[43] O Lohse, Funkenspectra einiger Metalle Publ Astrophys Obs Potsdam **12** p 109—208 (1902) Funke

[44] J Hartmann, Ueber einen neuen Zusammenhang zwischen Bogen- und Funkenspectra Berl Ber 1903 p 234—244 Funkenlinien im Bogen

[44a] Ch de Watteville, Spectres de flammes Thèse Paris 1904, Phil Trans **A 204** p 139—168 (1904) Flammenspectrum

[45] J. Steinhausen, Ueber „enhanced lines" Dissert Bonn 1904, Zs f wiss Photogr **3** p 45—58 (1905) Verstarkte Linien

[46] F Exner u E Haschek, Tabellen der Bogenspectren Wien 1904

[47] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectra, Jena 1905 Funke und Bogen

[48] J Stark und R Koch, Electrische und spectrale Eigenschaften des Lichtbogens zwischen Cd-, Zn-, Pb-, Bi-, Sb-, Te- und Se-Electroden in evacuirten Glasrohren Physik Zs **6** p 438—443 (1805) In Quarzlampe

[49] E Gehrcke und O von Baeyer, Ueber die Anwendung der Interferenzpunkte an planparallelen Platten zur Analyse feinster Spectrallinien Ann d Phys (4) **20** p 269—292 (1906) Structur der Linien

[50] Sir N Lockyer Tables of wave-lengths of enhanced lines Solar Physics Committee 1906 Verstarkte Linien

[51] E Neculcea, Recherches theoriques et experimentales sur la constitution des spectres ultraviolettes d'etincelles oscillantes Thèse Paris 1906 Selbstinduction

[52] A de Gramont, Sur les raies ultimes ou de grande sensibilite des metaux, dans les spectres de dissociation C R **144** p 1101—1104 (1879) Hauptlinien

[53] J E Purvis, The influence of a strong magnetic field on the spark spectra Proc Cambridge Phil Soc **14** p 216—227 (1907) Zeeman-Effect

[54] O von Baeyer, Ueber den Einfluss der Dispersion auf den Gangunterschied beim Interferenzspectroscop nach Lummer-Gehrcke Verh Physik Ges **10** p 733—740 (1908) Structur der Linien

[55] W Schwetz, Die Spectren des Wismuths Dissert Bonn 1908 Funken und Bogen

[56] S R Milner, On the nature of the streamers in the electric spark Phil Trans **A 209** p 71—87 (1908) Photographie des Funkenspectrums auf bewegtem Film

[57] H Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldämpfen Dissert Bonn 1909 Zs f wiss Photogr **7** p 89—112 (1909) Anomale Dispersion

Die ersten Beobachtungen des Funkenspectrums von Bi durch Wheatstone [1], Masson [2], Alter [3], Robinson [4] sind ohne Werth, ebenso die kleine Photographie, die Miller [6] vom ultravioletten Funkenspectrum liefert So giebt Huggins [7] die erste Messung Bottger [5] fuhrt Chlorwismuth in die Bunsenflamme und sieht viele helle Linien im Roth und Blau Brasack [8] findet, dass man mittelst des Funkenspectrums 0 000166 mgr Bi entdecken konne

Mitscherlich [9] erhalt zuerst Verbindungsspectra, und giebt Zeichnungen des Oxyds, Chlorids, Bromids und Jodids Auch Diacon [10] findet besondere Spectra der Haloidverbindungen

Thalén giebt erst [11] eine Zeichnung, dann [12] eine Messung des sichtbaren Funkenspectrums — Ditte [13] macht werthlose Angaben uber das angebliche Funkenspectrum — Lecoq [14] bespricht Intensitatsanderungen im Funkenspectrum, dann [15] giebt er Zeichnung und Messung des Funkens nach Chloridlosung, wobei auch Banden auftreten

Lockyer untersucht erst allein [16], dann mit Roberts [17] die Absorption durch Metalldampfe sie finden starke Absorption im Blau, die nach langeren Wellen hin scharf begrenzt ist, und cannelirte Banden im Grun bis 589 hin — Gouy [18] fuhrt Salzstaub in den Bunsenbrenner, findet an der Oberflache des inneren Conus die Linien des Funkenspectrums — Rand Capron [19] publicirt photographische Spectra — Ciamician [20] untersucht die Spectra von Funken nach Losungen, findet bei Bi zwei Linien und stellt verkehrte Beziehungen zwischen verschiedenen Spectren auf Auch Parry und Tucker [22] geben eine Zeichnung dieses Spectrums — Lockyer [21] findet eine Linie, 4722, in der Sonne, was indessen nach Rowlands Tabellen nicht richtig ist.

Hartley [23] veröffentlicht Photographieen der ultravioletten Funkenspectra, giebt dann mit Adeney [27] auch Messungen derselben. Ferner [25] untersucht er die Linien, die im Funken nach immer stärker verdünnten Lösungen übrig bleiben: bei 0.01 % ist nur noch die Linie 3067 sichtbar. Becquerel [26] findet ultrarothe Linien.

Liveing und Dewar [24] messen eine Reihe ultravioletter Bogenlinien zwischen 360 und 288 $\mu\mu$. Das ganze Bogenspectrum veröffentlichen Kayser und Runge [31], die auch Gesetzmässigkeiten in demselben nachweisen. — Schumann [29] findet, dass noch bis zu 182 $\mu\mu$ zahlreiche Linien vorhanden sind.

Die Untersuchung in Flammen unternimmt zuerst Lockyer [28], findet im Bunsenbrenner nur eine Linie 4722. Dagegen wendet Hartley [30] die Knallgasflamme an, und erhält ein Bandenspectrum, von welchem er Photographie und Messungen veröffentlicht; das Spectrum wird wohl mit Recht dem Metall selbst zugeschrieben. Auch Vogel [32] liefert eine ziemlich werthlose Zeichnung des Flammenspectrums.

Gramont [33, 35] studirt Bi-haltige Mineralien, welche durch den Funken zahlreiche Linien geben. — Demarçay [34] benutzt Funken nach der Chloridlösung; die Banden, welche Lecoq bei der gleichen Anordnung erhalten hat, fehlen auf der veröffentlichten Photographie. Schuster allein und mit Hemsalech [36, 37] photographiren das Funkenspectrum auf rasch bewegter Platte und messen die Geschwindigkeit der im Funken fortbewegten emittirenden Theilchen. Aehnliche Untersuchungen führt dann Milner [56] aus.

Das Funkenspectrum ist ferner gemessen worden durch Exner und Haschek [39, 42], zum Theil durch Lohse [43], das Bogenspectrum durch Exner und Haschek [46]. Schwetz [56] untersucht den langwelligen Theil des Funken-, Bogen- und Flammenspectrums. Während das Funkenspectrum recht linienreich ist, enthält dieser Theil des Bogenspectrums keine einzige Linie; in der Flamme findet Schwetz keine Banden. Den Einfluss der Selbstinduction untersuchen Hemsalech [40] und Néculcéa [51], die Druckverschiebung im Bogen misst Humphreys [38], die enhanced lines Lockyer [41, 50] und Steinhausen [45].

de Watteville [41a] misst die in Flammen auftretenden Linien.

Hartmann [44] macht einige Bemerkungen über das Auftreten von Funkenlinien im Bogen; wie in anderen Fällen werden sie stark, wenn die Stromstärke klein, die Spannung gross wird. Stark und Kuch [48] setzen dem Quecksilber einer Quarzlampe Bi zu. Gehrcke und von Baeyer [49] untersuchen in ebensolcher Lampe die Structur der Linien 4722 und 4122: erstere ist sechsfach, letztere dreifach. Gramont [52] nennt als empfindlichste Linien 4722 und 3067. Purvis [53] studirt den Zeeman-Effect für einige Linien. — Geisler [57] findet an einigen Linien anomale Dispersion.

Endlich wäre der Atlas von Hagenbach und Konen [47] zu nennen, in welchem sich Photographieen des Bogens und Funkens finden.

1. Linienspectrum.

Becquerel [26] giebt folgende Linien 873, 837

Kayser u Runge (31) Bogen		Huggins (7) Funke	Thalén (12) Funke		Exner u Haschek (42) Funke		Schwetz (56) Funke		
		6808					6809 05	5	2)
		—					6616 04	0	
		6590	6599 0	3			6600 10	6	2)
		6571	—				6578 04	0	
		6499	6492 5	4			6497 85	5	2)
		6125	6129 0	5			6128 55	3	3)
		6057	6056 5	5			6059 20	5	2)
		6055	6050 0	3			6053 00	1 u	
		6034	6038 5	3			6036 22	2 u	
		5980	—				—		
		5972	—				5973 05	1 u	
		5862	5861 5	5			5861 15	4 u	2)
		5819	5816 0	4			19 20	2 u	2)
5742 74	4 r	—	—				5742 78	1	3)
—		5717	5716 5	5			19 30	6 R	2) 3) 5)
		5656	5655 0	3			5655 80	3	2) 5)
5552 44	8 r	5552	5553 0	3			5552 72	2	2) 3)
—		5538	—				—		
—		5449	5450 0	5			5451 1	0 u	2) 5)
—		5394	5396 5	3			5397 6	0	2)
—		5357	—				—		
5298 52	2 r	—	—				—		
—		5271	5270 0	5			5270 72	5 u	2) 3) 5)
—		5208	5208 0	6			09 66	6 u	2) 3) 5)
—		5199	5201 0	3u			02 34	1 u	5)
—		5144	5143 5	6			5144 74	5	2) 3) 5)
—		5124	5123 5	6			24 64	5	2) 3) 5)
—		5089	5090 0	2			5091 40	1	2)
—		5078	5077 5	4u			79 70	1	2) 5)
—		4991	4993 0	6			4993 93	3 u	2) 5)
—		4970	4970 0	2			—		
—		4915	—				—		
—		4907	4905 0	3			4908 13	2	2)
—		—	—				4803 15	3 u	5)
—		4798	4796 5	3			4797 85	3 u	
—		—	—				94 19	0	5)
—		4752	4752 5	2			49 9	2 r	
—		—	—				48 01	2	
4733 91	4 r	—	—		—		33 83	1 r	5)
—		4729	4730 0	2	4730 3	1 u	29 73	3 R	

2) Von Gramont (35) im Funken nach Mineralien gesehen

3) Von Lecoq (15) im Funken nach Chloridlösung gesehen

5) Enhanced lines nach Steinhausen (45) und Lockyer (50) Ersterer giebt noch folgende sonst nicht gemessene Linien 5468, 4228, 4204

Kayser u Runge (31) Bogen	Exner u. Haschek (46) Bogen	Huggins (7) Funke	Thalén (12) Funke	Exner u Haschek (42) Funke	Hartley u. Adeney (27) Funke	Schwetz (56) Funke	Lohse (43) Funke	
4722 72 10R	—	4723	4722 0 6	4722 80 20d?	4724 5	4722 74 6		2) 3) 4) 6) 9) 9)
—	—	—	—	—	—	16 52 2		
—	—	4705	05 0 2	—	07 0	05 3 4u		2) 4) 5)
4692 45 1	—	—	4691 5 3	—	—			
15 71 1	—	—	—	—	—			
15 27 1	—	—	—	—	—			
—	—	4560	4560 0 5	4561 33 20R	4560 0			2) 5)
4493 16 2	4493 15 1	—	—	—	—			1)
92.79 2	92 80 1	—	—	—	—			1)
—	—	4476	-	4477 3 1 u	4477 0			5)
—	—	4389	—	4391 6 1 u	4391 0			5) 5)
—	—	—	-	87 0 2 u	-			2) 5)
—	—	4338	4339 5 3	40 8 2 u	39 4			2) 4) 5)
—	—	29	27 5 3	—	28 7			5)
4308 70 4	4308.75 3	—	—	08 69 1	—			4)) 1)
08 34 4	08 42 3	—	—	08 35 1	—			1)
—	—	4301	02 0 4	02 25 50	01 5			2) 3) 4) 5)
—	—	—	—	4272 7 2 u	4271 3			2) 4) 5)
—	—	4259	4259 5 5	59 85 100	59 2			2) 3) 4) 5)
4254 33 1 u	4254 49 1	—	—	—	—			
4122 01 6	4122 10 20	4120	4119 0 3	4122 08 6	4121 2			1) 2) 3) 4) 6) 9)
21 69 6	21 86 20	—	—	21 75 5	—			1)
—	—	4080	4084 5 3	4079 40 30	4079 0			2) 4) 5)
3888 34 1	3888 34 3			3888 39 1	—			1) 4)
88 05 1	88 07 3			88 10 1	—			1)
—	—			64 4 10 u	3863 7		3864 53 2	4) 5)
—	—			49 2 1 u	48 5		—	)
—	—			46 2 2 u	45 4		—	4) 5)
—	—			16 3 4 u	15 9		—	') ')
—	—			11 4 2 u	10 5		—	4) 5)
—	—			3793 0 50 u	3792 7		3793 17 10	4) 5)
—	—			—	80 6		—	
—	—			56 5 2 u	57 0		—	5)
—	—			—	—		40 10 1	
—	—			—	32 7		—	
—	—			—	11 0		—	
—	—			—	04 0		—	
—	—			3695 70 50	3695 3		3695 76 1	5)
—	—			—	—		87 04 1	

1) Fur diese Linien haben Kayser und Runge (31) Gesetzmassigkeit gefunden

2) Von Gramont (35) im Funken nach Mineralien gesehen

3) Von Lecoq (15) im Funken nach Chloridlösung gesehen

4) Von Demarçay (34) im Funken nach Chloridlösung photographirt, ausserdem giebt er noch 4365 4 und 4298 1

5) Enhanced lines nach Steinhausen (45) und Lockyer (50) Ersterer giebt noch folgende sonst nicht gemessene Linien 5468, 4228, 4204 Lockyer giebt noch 4245 3, 4081 6

6) Von Purvis (53) auf Zeeman-Effect untersucht

8) An dieser Linie ist von Geisler (55) anomale Dispersion beobachtet

9) Von de Watteville (44[a]) in Flamme mit Pulverisator gesehen

Kayser u Runge (31) Bogen	Exner u Haschek (46) Bogen	Liveing u Dewar (24) Bogen	Exner u Haschek (42) Funke	Hartley u Adeney (27) Funke	Lohse (43) Funke	
—			—	3684 5	3683 64 3	
—	—		3654 5 1 u	3653 9	—	[4] [5]
—	—		—	3647 4	—	
—	—		—	—	3639 75 2	
—	—		—	3631 9	—	
—	—		3613 9 5 r	3613 8	—	[5]
3596 26 4 R	3596 34 50	3595 8	3596 35 20 r	3595 7	3596 30 6	[1] [4] [6] [9]
—	—	—	—	—	3572 92 1	
—	—	—	3541 5 2 u	3541 5	—	[5]
—	—	—	28 0 1 u	27 9	—	
11 00 4 R	10 97 30	10 4	11 00 20	10 5	11 02 5	[1] [4] [9]
—	—	—	3485 7 5 u	3485 0	—	[5]
—	—	—	74 0 5 u	73 5	3473 10 1	[5]
—	—	—	55 1 u	54 8	—	[5]
—	—	—	51 20 20	50 7	—	[5]
—	—	—	—	—	38 10 1	
—	—	—	31 15 20	30 9	30 39 1	[5]
3405 39 2 R	3405 47 3	—	05 4 1 u	—	—	[1]
—	05 32 3	—	—	—	—	
3397 31 4 R	3397 43 30 R	3396 2	3397 41 20 r	3396 7	3397 30 1	[1] [6] [7] [9]
—	—	—	94 2 1 u	93 2		
—	—	—	93 2 1 u	—		[5]
—	—	—	—	81 9 ?		
—	—	—	—	15 8		
—	—	—	3299 8 1 u	3297 9		
—	—	—	96 1 u	—		
—	—	—	—	87 4		
—	—	—	—	79 9 ?		
—	—	—	—	55 4		
—	—	—	—	36 8		
—	—	—	—	3187 7		
—	—	—	—	70 0		
—	—	—	—	60 0		
—	—	—	—	30 8		
—	—	—	3115 5 2 u	14 8		[5]
—	—	—	11 5 1 u	10 4		[5]
3076 73 2	3076 79 10	—	3076 75 4	3075 7		[1]
67 81 10 R	67 84 500 R	3066 0	67 78 100 R	67 1		[6] [9]
—	—	—	39 8 1 u	41 3		[5]
—	—	—	39 2 1 u	38 0		
34 99 4 r	35 02 10	—	35 10 3 r	34 5		

1) Fur diese Linien haben Kayser und Runge (31) Gesetzmässigkeit gefunden

4) Von Demarçay (34) im Funken nach Chloridlosung photographirt, ausserdem giebt er noch 4365 4 und 4298 1

5) Enhanced lines nach Steinhausen (45) und Lockyer (50).

6) Von Purvis (53) auf Zeeman-Effect untersucht

7) Von Humphreys (38) auf Druckverschiebung untersucht

9) Von de Watteville (74a) in Flamme mit Pulverisator gesehen

Kayser u Runge (31) Bogen		Exner u Haschek (46) Bogen		Liveing u Dewar (24) Bogen	Exner u Haschek (42) Funke		Hartley u Adeney (27) Funke	
3024 75	8 R	3024 76	30	3023 5	3024 77	30 R	3023 8	6) 9)
—		—		—	—		09 0	
—		—		00 0	—		01 2	
2993 46	8 R	2993 41	30	2996 0	2993 39	10	2992 2	6) 9)
89 15	8 R	89 12	30	—	89 10	20 R	88 1	1) 6) 7) 9)
—		—		—	—		73 4	
—		—		—	—		68 9	
—		—		—	—		51 0	5)
44 38	1 u	—		—	—		42 4	
38 41	10 R	38 43	50 R	37 4	38 40	100 R	37 5	1) 6) 9)
—		—		—	—		31 4	
—		—		—	—		23 2	
—		—		—	—		17 5	
2898 08	10 R	2898 12	50 R	2897 0	2898 12	50 R	2897 2	1) 6) 7)
92 98	1 u	—		—	—		—	
83 88	1 u	—		—	—		—	
63 86	4	63 90	3 R	62 0	—		62 5	1)
—		—		—	55 79	30	54 8	5)
—		—		—	47 7	1 u	46 1	5)
—		—		—	—		40 1	
—		—		—	—		32 8	
—		—		—	—		22 2	
—		—		—	—		16 3	
09 74	8 R	09 78	20	10 0	09 78	3	08 4	1)
—		—		—	03 80	5	05 4	
—		—		—	03 59	4	02 6	5)
2798 75	4	2798 80	2	2799 0	2798 8	1	2798 0	
—		—		—	—		84 0	
80 57	8 R	80 65	20 r	80 0	80 68	7 r	79 3	1) 9)
—		—		—	—		73 5	
—		—		—	—		72.5	
—		—		—	—		66 3	
—		—		—	—		57 3	
—		—		—	46 45	1	46 0	5)
—		—		—	—		33 2	
30 61	6 R	30 69	3	30 0	30 71	4	29 3	1)
—		30 55	3	—	30 53	3	—	
—		—		—	—		27 1	
—		—		—	14	2 u	13 1	5)
2696 84	6 R	2696 91	4	—	2696 98	5	2695 6	
—		96 76	4	—	96 80	4	—	
—		—		—	—		93 2	
—		—		—	—		79 5	

1) Für diese Linien haben Kayser und Runge (31) Gesetzmässigkeit gefunden

5) Enhanced lines nach Steinhausen (45) und Lockyer (50)

6) Von Purvis (53) auf Zeeman-Effect untersucht

7) Von Humphreys (38) auf Druckverschiebung untersucht.

9) Von de Watteville (44a) in Flamme mit Pulverisator gesehen

Kayser u Runge (31) Bogen		Exner u Haschek (46) Bogen		Liveing u Dewar (24) Bogen	Exner u Haschek (42) Funke		Hartley u Adeney (27) Funke	
—		—		—	—		2676 6	
—		—		—	—		63 6	
—		—		—	2653 20	1	51 8	5)
—		—		—	—		41 4	
2627 99	8R	2628 00	10	—	28 17	30	28 3	1) 9)
—		—		—	—		27 0	
—		—		—	13 77	1	—	
00 73	1	—		—	—		—	
2594 14	1	—		2593 0	—		—	
82 17	2	—		—	2582 3	1 u	2583 5	
—		—		—	—		81 5	
—		—		—	—		75 5	
—		—		—	44 5	1 u	43 3	5)
32 65	4U	—		—	33	1 u	31 9	
—		—		—	—		29 7	
24 58	8R	2524 60	4	24 0	24 67	3	23 5	1)
15 72	6R	15 72	2	15 4	15 79	1	14 3	
—		—		—	—		03 9	
—		—		—	—		00 6	
2499 58	2	—		—	2499 60	1	2499 1	
89 5	6U	—		—	89	2 u	89 1	
—		—		—	—		79 1	
48 15	4	2448 18	1	2448 0	46 3	1 u	47 2	
—		—		—	—		37 2	
33 5	4U	—		35 5	-		—	
30 51	2 u	—		31 0	—		29 3	1)
—		—		—	14 88	20	14 8	5)
09 7	2U	—		—	—		12 7	
—		—		—	02 08	1	—	
00 98	8R	00 98	8	00 8	00 97	15	00 7	
—		—		-	2394 0	1	—	5)
—		—		—	—		2378 0	
2369 22	1	—		—	68 65	2	68 0	5)
—		—		—	68 48	2	—	
—		—		—	68 30	2	—	
60 0	1U	—		—	—		—	
54 57	2 u	—		—	—		—	
46 0	2U	—		—	—		47 0	
33 87	2	—		—	—		31 8	1)
28 27	2 r	—		—	—		27 0	
—		—		—	—		25 4	
—		—		—	—		21 7	
—		—		—	—		17 4	
—		—		—	13 10	1	13 7	
09 4	4U	—		—	—		10 5	

1) Für diese Linien haben Kayser und Runge (31) Gesetzmässigkeit gefunden

5) Enhanced lines nach Steinhausen (45) und Lockyer (50).

9) Von de Watteville (44a) in Flamme mit Pulverisator gesehen

Kayser u Runge (31) Bogen	Exner u Haschek (46) Bogen	Liveing u Dewar (24) Bogen	Exner u Haschek (42) Funke	Hartley u Adeney (27) Funke	
—	—	—	—	2301 3	
—	—	—	—	2297 6	
—	—	—	—	94 1	
—	—	—	—	91 6	
2281 39 2 u	—	—	—	81 0	
76 64 8R	2276 55 1	2277 0	2276 63 3 u	76 9	1)
—			65 11? 3		
—			—	52 5	
—			—	50 5	
—			46 53 1	47 0	
30 70 10R			30 68 4R	31 4	
28 31 8R			28 30 3R	29 1	1)
24 27 2			—	—	
14 21 4			14 15 1	14 8	1)
03 2 6U			02 8 1 u	03 3	
2189 70 8R			—	2190 4	
—			2187 05 2	87 0	
76 70 6R			—	76 6	
64 16 4R			—	68 5	
57 03 10R			—	—	
53 60 4R			—	—	
52 98 8R			—	—	
—			44 58 1	2144 3	
—			43 65 1	—	
34 38 10R				33 8	
33 72 8R				—	1)
10 35 10R				09 8	1)
—				2070 2	
2061 77 10R				58 2	

1) Für diese Linien haben Kayser und Runge (31) Gesetzmassigkeit gefunden

2. Bandenspectrum.

Ueber das Bandenspectrum des Bi und seine Verbindungen liegen noch keine brauchbaren Messungen vor Hartley [30] veroffentlicht zwar eine Photographie, die zeigt, dass es sich um nach Roth abschattirte Banden handelt, aber sie sind sehr unscharf, und der Autor sagt selbst, dass die Messungen wenig genau seien Er meint, es handle sich um ein Metallspectrum Ferner hat Mitscherlich [19] eine Zeichnung fur ein Spectrum, welches er dem Oxyd zuschreibt, und dessen Banden auch nach Roth abschattirt sind, die Reduction auf Wellenlangen ist indessen sehr ungenau zu machen und mit allen Fehlern der Zeichnung behaftet — Dann misst Lecoq [15] vier unscharfe Bander im Funken nach der Chloridlösung H W Vogel (Practische Spectralanalyse, p 239—240) sagt, wenn man das Chlorid im Wasserstoffstrom verfluchtige und diesen anzunde, erhalte man ein vortreffliches Bandenspectrum, vermuthlich des Oxyds, er giebt eine kleine Zeichnung.

Die Metallbanden haben zweifellos auch Lockyer und Roberts [17] in Absorption als „cannelirte Banden“ im Grun bis zu den D-Linien gesehen, aber sie haben nichts gemessen — Schwetz [56] dagegen erhalt weder vom Metall noch von Salzen Banden in der Sauerstoffflamme

Vergleicht man die drei Zahlenreihen, so findet man keinerlei Aehnlichkeit, so dass man nicht sagen kann, ob es sich um dasselbe Spectrum handelt, oder nicht, und wie weit den einzelnen Zahlen Bedeutung zukommt

Ich schreibe im Folgenden die Messungen neben einander·

Hartley	Mitscherlich	Lecoq
	638	
	619	
	604	6048
5805 bis 5292	587	
darin Kanten	572	
5663	558	
5549		
5422	544	
5333	533	
5310		
5292	522	5045
4850 bis 4399		4965
darin Kanten		4882
4691		
4673		
4632		
4582		
4544		
4517		
4484		
4442		
4420		
4399		
4383		
4374 bis 4354		
4366		
4256		
3873		
3845		
3752		
3652		

3. Verbindungsspectra.

Mitscherlich [9] giebt Zeichnungen fur das Chlorid, Bromid und Jodid Ich halte diese Zeichnungen fur zu ungenau, so dass ich darauf verzichte, Wellenlangen danach zu berechnen

BROM (Br = 79 96) 1)

Literatur

[1] W H Miller, On the effect of light on the spectrum passed through coloured gases Phil Mag (3) **2** p 381—382 (1833) Absorptionsspectrum

[2] W H Miller, Ueber die Linien in den prismatischen Farbenbildern von Licht, welches durch gewisse Gase gegangen ist Pogg Ann **28** p 386—388 (1833) Pogg Ann **32** p 128 (1834) Absorption Vgl dieses Handbuch Bd III p 320

[3] W A. Miller, Experiments and observations of some cases of lines in the prismatic spectrum produced by the passage of light through coloured vapours and gases and from certain coloured flames Rep Ass 1845, Not and Abstr p 28—29, Phil Mag (3) **27** p 81—91 (1845), Absorption Vgl dieses Handbuch Bd III p 320

[3a] D Alter, On certain physical properties of the light of the electric spark within certain gases, as seen through a prism Amer Journ (2) **19** p 213—214 (1855) Linienspectrum

[4] J Plucker, Fortgesetzte Beobachtungen uber electrische Entladung Pogg Ann **105** p 67—84 (1858) Linienspectrum in Geisslerröhren

[5] V S M van der Willigen, Ueber das electrische Spectrum Pogg Ann **106** p 610—632 (1859), Pogg Ann **107** p 473—479 (1859) Versl en Meded d Akad v Wetensch **7** p 209—232, 266—280, 362—367, **8** p 32—64, 189—224, 308—315, **9** p 300—306 (1858) Linienspectrum im Funken

[6] E Robiquet, Recherches sur les raies du spectre solaire et des différents spectres électriques C R **49** p 606—610 (1859) Absorption Vgl dieses Handbuch Bd III p. 320

[7] J Plucker, Ueber die Constitution der electrischen Spectra der verschiedenen Gase und Dämpfe Pogg Ann **107** p 497—539 (1859) Linienspectrum

[8] J Plucker, Nachtrag zu der Arbeit uber die Constitution der electrischen Spectra der verschiedenen Gase und Dampfe Pogg Ann **107** p 638—643 (1859) Linienspectrum

[9] W H Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the photographic effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark Phil Trans **152**, I p 861—887 (1863), Journ chem Soc (2) **2** p 59—88 (1864) Absorption im Ultraviolett Vgl dieses Handbuch Bd. III p 321

[10] A Mitscherlich, Ueber die Spectra der Verbindungen und der einfachen Körper Pogg Ann **121** p 459—488 (1864) Verbindungsspectra, Flammenspectra

[11] J Chautard, Phenomènes observes dans les spectres produits par la lumière des courents d' induction traversant les gas raréfies C R **59** p 383—384 (1864) Widerstandsänderungen im Secundarkreis beeinflussen das Linienspectrum nicht

[12] A Mitscherlich, Ueber die Anwendung der Verbindungsspectren zur Entdeckung von Chlor, Brom und Jod in geringster Menge Pogg Ann **125** p 629 - 634 (1865) Verbindungsspectra in Flammen

[13] J Plucker and J W Hittorf, On the spectra of ignited gases and vapours Phil Trans **155** p 1—30 (1865) Linienspectrum in Geisslerröhren

1) Bearbeitet von Prof H Konen, Munster

[14] R Thalén, Om Spectralanalys Upsal Univers Årsskrift 1866, 8° Absorptionsspectrum, Linienspectrum

[15] A Secchi, Sur la constitution de l'auréole solaire et sur quelques particularités offerts par les gas raréfiés, lorsqu'ils sont rendus incandescent par les courants electriques C R 70 p 79—84 (1870) Verschiedenheit der Spectra in den Theilen einer Vacuumrohre

[16] A Ditte, Sur les spectres des corps appartenants aux familles de l'azote et du chlore C R 73 p 738—742 (1871) Vergleich der Haloidspectra in Gemischen

[17] G Salet, Sur les spectres des métalloides Ann chim et phys (4) 28 p 5—71 (1873) Funkenspectrum, Flammenspectrum, Gluhspectrum

[18] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux Paris, Gauthier Villars, 1874 Verbindungsspectra.

[19] H E Roscoe and T E Thorpe, On the absorption spectra of bromine and jodine-monochloride Phil Trans 167 I p 207—212 (1876) Absorptionsspectrum Vgl dieses Handbuch Bd III p 321

[20] G Ciamician, Ueber den Einfluss des Druckes und der Temperatur auf die Spectren von Gasen und Dampfen Wien Ber 76, II p 499—517 (1877), 77, II p. 839—841 (1877) Verbreiterungserscheinungen, continuirlicher Grund

[21] J Moser, Die Spectren der chemischen Verbindungen Pogg Ann 160 p 177—199 (1877) Absorptionsspectrum Vgl dieses Handbuch Bd III p 321.

[22] B Hasselberg, Studien auf dem Gebiete der Absorptionsspectralanalyse, Mém Acad St Petersb (7) 26, Nr 4, 40 pp mit Tafeln (1878) Absorptionsspectrum Vgl dieses Handbuch Bd III p 321

[23] G Ciamician, Ueber den Einfluss der Dichte und der Temperatur auf die Spectren von Gasen und Dampfen Wien Ber 77, II p 867—890 (1878) Angebliche Homologie zwischen Linienspectren von Cl, Br, J

[24] G D Liveing and J Dewar, Notes on the absorption of ultra-violet rays by various substances Proc Roy Soc 35 p 71—74 (1883) Absorption im Ultraviolett. Vgl. dieses Handbuch Bd III p 321

[25] E Goldstein, Emissionsspectra erster Ordnung bei den Haloiden Verh. phys Ges. p 38—41 (1886) Bandenspectrum

[26] J J Thomson, On the dissociation of some gases by the electric spark Chem News 55 p 252—253 (1887) — Proc Roy Soc 42 p 343—345 (1887) Einfluss der Dissociation auf Absorption

[27] G Salet, Traité élementaire de spectroscopie Prem fasc. Paris 1888 p 189 Funkenspectrum, Flammenspectrum, Gluhspectrum

[28] T P Dale, On the upper limit of refraction in Selenium and Bromine. Phil Mag (5) 27 p 50—56 (1889) Absorption im Ultraviolett

[29] B Hasselberg, Untersuchungen uber das Absorptionsspectrum des Broms Kgl. Svensk Vet Akad Handl 24 Nr 3 (1890) Absorptionsspectrum Vgl dieses Handbuch Bd III p 321

[30] H Ebert, Ueber langdauernde electrische Schwingungen und ihre Wirkungen Wied Ann 53 p 144—161 (1894) Bandenspectrum, erregt durch Schwingungen

[31] J Evershed, Experiments on the radiation of heated gases Phil Mag (5) 39 p 460—476 (1895) Glühspectrum

[32] Eug Demarçay, Spectres electriques Paris, Masson 1895 Linienspectrum von Losungen von Bromiden, in Funken

[33] A de Gramont, Spectres de dissociation des sels fondus Metalloides chlore, brome, iode Ann chim et phys (7) 10 p 214—234 (1897) Linienspectrum

[34] A Kalähne, Ueber die Spectra einiger Elemente bei der stetigen Glimmentladung in Geisslerschen Rohren und die Abhangigkeit der Lichtstrahlung von Stromstarke und Druck Wied Ann. 68 p 815—848 (1898) Linienspectrum in positiver Saule

[35] J M Eder und E Valenta, Das Spectrum des Brom Wien Denkschr 68 p 523 bis 553 (1899) Beiträge zur Photochemie und Spectralanalyse Wien 1904, p 369—376. Linien- und Bandenspectrum

[35a] G D Liveing, On differences between the spectra at anode and kathode in certain gases and on the probable reason for the differences Proc Cambr Phil Soc 12, 5 p 337 348 (1904)

[36] G Berndt, Gasspectra im Magnetfeld Ann d Phys (4) 8 p 625—631 (1902) Zeeman-Effect am Linienspectrum

[37] P Zonta, Su lo spettro emesso dai tubi di Geissler nel campo magnetico Nuov Cim (5) 7 p 321—333 (1904) Uebergang der Spectra in einem Magnetfelde

[38] C M Olmsted, Die Bandenspectra nahe verwandter Verbindungen Dissert. Bonn 1906, Zs wiss Photogr 4 p 255—291, p 293—333 (1904) Verbindungen

[39] P G Nutting, Secondary spectra Astrophys Journ 19 p 239—245 (1904) Bandenspectrum, Emission verschiedener Theile einer Vacuumröhre

[40] P G Nutting, The spectra of mixed gases Astrophys Journ 19 p 105—110 (1904). Intensität in Gemischen mit Gasen und Metalldampfen

[41] P G Nutting, On secondary spectra and the conditions under which they may be produced Bull of the bureau of standards. Washington 1 p 83—95 (1904) Herstellung des Linien- und Bandenspectrums

[42] P G Nutting, On the transition from primary to secondary spectra Astrophys. Journ 20 p 131—135 (1904) Einfluss von Capacitat und Selbstinduction auf das Linienspectrum

[43] W Matthies, Ueber die Glimmentladung in den Halogenen Chlor, Brom und Jod Ann d Phys (4) 18 p 473—494 (1905) Bandenspectrum in der positiven Säule

[44] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectren der meisten Elemente Jena 1905 Linienspectrum

[45] L Puccianti, Spettri di incandescenza dell'iodio e del'bromo Rend Acc. dei Lincei (5) 14 p 84—89 (1905) Gluhspectrum

[46] Furst B Galitzin und J Wilip Spectroscopische Untersuchungen 1 Mitth Mém Acad St Pétersb (8) 17 Nr 6, 112 pp (1906) Absorptionsspectrum unter verschiedenen Bedingungen

[47] Furst B Galitzin und J Wilip, Spectroscopische Untersuchungen 2 Mitth Das Emissionsspectrum des Bromdampfes unter verschiedenen Bedingungen. Mém acad. St. Petersb (8) 19 Nr 9, 38 pp (1906) Emissionsspectra unter verschiedenen Bedingungen

[48] E Goldstein, Ueber zweifache Linienspectra chemischer Elemente Verh deutsch physik Ges 9 p 321—332 (1907) Phys Zs 8 p 674—679 (1907) Astrophys Journ. 27 p 25 - 34 (1908) Banden- und Linienspectrum

[49] A Dufour, Influence de la pression sur les spectres d'absorption des vapeurs. C R 145 p 173—174, 757—759 (1907) Verschiebung der Absorptionslinien durch Druck.

[50] E. Goldstein, Zur Erzeugung von Linienspectren Ann d Phys (4) 27 p 773 — 796 (1908) Linienspectrum in Vacuumrohren mit Salzen

[51] A Dufour, Sur les changements de longueur d'onde des raies des spectres d'absorption des vapeurs d'hypoazotide et de brome sous l'influence d'une variation de pression. Le Radium 5 p 86—93 (1908) Einfluss von Druck und Magnetfeld auf Absorptionsspectrum

Schon Daniell und Miller haben [1, 2, 3] das Absorptionsspectrum des Broms beschrieben Man vergl uber die Rolle dieser Beobachtungen in der Geschichte der Spectroscopie dieses Handbuch Bd I, p 18, fur weitere Angaben uber das Absorptionsspectrum Bd III, p 320 Der erste, der das Linienspectrum des Broms im electrischen Funken gesehen hat, ist wohl Alter [30]. Wenige Jahre spater fallen die ersten Untersuchungen des Linienspectrums des Broms in mehr oder minder evacuirten Glasrohren Van der Willigen hat [5] neben anderen Linienspectren auch dasjenige des Broms gesehen, Plucker hat [4] als der erste das Spectrum in Geisslerrohren hergestellt und die Hauptlinien gemessen Seine Messungen sind fur viele Jahre die einzigen

geblieben. Zur gleichen Zeit hat Robiquet [6] an den gleichen Röhren das Absorptionsspectrum gesehen, ohne neue Angaben zu machen. Die weiteren Beobachtungen am Absorptionsspectrum seien sogleich im Zusammenhang kurz erwähnt. Miller [9] untersucht die Absorption im Ultraviolett, Roscoe und Thorpe [19], sowie Moser [21] liefern die ersten Messungen und Zeichnungen. Hasselberg untersucht [22, 29] das Absorptionsspectrum genau und liefert die auch heute noch zu benutzenden Tafeln und Tabellen. Nach weiteren Untersuchungen über die Absorption im Ultraviolett durch Dale [28] und Liveing und Dewar [24] (Zahlen siehe Bd. III, p. 320) bringt in neuester Zeit die Arbeit von Galitzin und Wilip [46] eine eingehende Untersuchung über die Abhängigkeit des Absorptionsspectrums von Br innerhalb eines Temperaturintervalls von — 25° bis 155,7° C für bestimmte Dampfdichte und Schichtdicke in evacuirten Röhren und bis zu einer Temperatur von 1300° für gewogene Dampfmengen. Zwischen 5709 und 5756 bezw. 5763 und 5507 wird das Aussehen und die Breite jeder Linie ocular und photographisch untersucht. Das allgemeine Absorptionsvermögen des Dampfes nimmt mit steigender Temperatur zu, mit steigender Schichtdicke derart, dass die Ausdehnung des Spectrums im Roth und die Absorption im Blau wächst. Aehnlich wie die Vergrösserung der Schichtdicke wirkt die Vergrösserung der Dichte. Die einzelnen Linien werden nur wenig beeinflusst, obwohl sich das Aussehen des Spectrums (Hervortreten der Bandenkanten u. s. w.) stark ändert. Doch finden sich einzelne Linien, welche sich ändern, indem sie verschwinden, sich symmetrisch oder auch unsymmetrisch verbreitern. In allerneuester Zeit hat endlich Dufour [49, 51] den Einfluss des Druckes und eines Magnetfeldes auf die Absorptionslinien untersucht und gefunden, dass alle Linien des Br durch steigenden Druck unschärfer werden, dass sich jedoch nur eine gewisse Zahl pro Atmosphäre um einige Hundertstel A. nach längeren Wellenlängen verschieben. In Uebereinstimmung mit früheren Beobachtungen von Righi[1]) und Cotton[2]) findet Dufour ferner, dass die Absorptionslinien keinen Zeeman-Effect zeigen.[3])

Wir kehren in die ältere Zeit zurück. Mitscherlich [10] bringt eine Untersuchung zahlreicher Verbindungsspectra des Broms, besonders auch in Flammen, die mit Brom gespeist werden und er benutzt sogar die Reaction von Bromverbindungen in der Flamme zum spectralanalytischen Nachweis von Brom [12]. An Mitscherlich knüpfen die Untersuchungen von Lecoq [18] und in neuester Zeit von Olmsted an [38]. Lecoq liefert die Spectra

1) A. Righi, Sur l'absorption de la lumière produite par un corps placé dans un champs magnétique. C. R. **127**. p. 216—219 (1898). — C. R. **128**. p. 45—48 (1899).

2) A. Cotton, Le phénomène de Zeeman. Paris, Gauthier-Villars 1899. p. 100.

3) Ueber die Rotation der Polarisationsebene in der Nähe der Absorptionslinien des Broms vergl. R. W. Wood, The magnetic rotation spectra of vapors. Johns Hopkins Univ. Circ. 1906. No. 4. p. 6—7. — R. W. Wood, The fluorescence, magnetic rotation and temperatur emission spectrum of iodine vapour. Phil. Mag. [6] **12**. p. 329—336 (1906).

von zahlreichen Bromiden. Olmsted untersucht systematisch die Bromide, Chloride und Jodide zahlreicher Metalle und stellt Gesetzmassigkeiten fur die Vertheilung der Banden auf Hiermit sind nur die hauptsachlichsten Arbeiten uber Bromide genannt Fur Einzelheiten vergleiche man die Angaben bei den salzbildenden Metallen und weiter unten

In ihrer Arbeit uber die mehrfachen Spectra der Elemente beschreiben Plucker und Hittorf [13] auch das Spectrum des Broms in einer Geisslerrohre und liefern eine auf eine willkurliche Scala bezogene Zeichnung, aus der man jedoch ungefähr die Wellenlangen entnehmen kann, da die Wasserstofflinien und die D-Linien eingezeichnet sind Plucker und Hittorf benutzten Brom, das durch Erhitzen des flussigen Broms dargestellt wurde, sie sahen gleichzeitig mit den Bromlinien die Wasserstofflinien, beschreiben die Entwicklung des Spectrums bei Einschalten einer Capacitat in den Stromkreis und sein Verschwinden durch Verbindung des Broms mit den Platinelectroden und geben an, dass sie vergebens nach dem Bandenspectrum des Broms gesucht hatten, das „gemass der Theorie“ existiren musse.

Zu der Beschreibung Plucker's und Hittorf's wird bis zu Salet nichts Wesentliches hinzugefugt. Thalen [14] giebt eine Beschreibung Secchi [15] findet, dass das Spectrum in verschieden weiten Theilen einer Rohre verschieden aussehe und dass die Gesammtfarbe der Entladung verschieden sei. Ditte [16] untersucht die Intensitat der Linien der verschiedenen Haloidspectren in Gemischen von Haloid-Dampfen

Grosse Fortschritte macht Salet [17] Er giebt eine Zeichnung des Spectrums und Messungen, die eine grossere Zahl von Linien umfassen, als Plucker und Hittorf gesehen hatten Seine Beschreibung des Spectrums, das durch Funkenentladung in Bromdampf von ziemlich hohem Druck erhalten wurde, schildert anschaulich das Aussehen der Funkenbahn, in deren Aureole er ein continuirliches Spectrum bemerkt Von diesem vermuthet er schon, dass es ein Bandenspectrum des Broms sei In der Flamme findet Salet kein Spectrum, dagegen bemerkt er, dass man Brom durch Erhitzen „gluhend machen konne“ Eine zweite eingehende Beschreibung und die Correction mehrerer Zahlen giebt Salet in seinem Buche [27]

In den Arbeiten von Ciamician [20], die sich anschliessen, wird der Einfluss der Dichte des Bromdampfes und der Starke der Entladung in einem Geisslerrohr untersucht Ciamician [23] beschreibt die Verbreiterung der Linien bei steigender Dampfdichte und das Auftreten eines continuirlichen Spectrums, indem er dabei die Linien des Bromspectrums in verschiedene Gruppen theilt Ferner vergleicht er die Spectra der Haloide unter einander und kommt zu dem Schlusse, dass unter gewissen Bedingungen die Spectra vollkommen gleich gebaut seien und sich nur durch eine Verschiebung der Linien nach dem brechbareren Ende unterscheiden Die Angaben Ciamicians, sofern sie nicht offensichtlich irrthumlich sind, wie hinsichtlich der Homologieen der Haloidspectra, sind nicht zu controlliren, da sich seine Zeichnungen nicht

auf Wellenlängen reduciren lassen. Ausserdem hat Ciamician nicht den Einfluss einer Temperatursteigerung von derjenigen einer Dichteänderung des Dampfes getrennt.

In der Arbeit von Goldstein [25] wird zum ersten Male das Banden-Emissionsspectrum des Broms beschrieben. Bei hohem Druck erhält Goldstein das Linienspectrum, bei niedrigem pfirsichblüthenfarbene Entladungen, die ein Bandenspectrum zeigen, das anscheinend dem Absorptionsbandenspectrum entspricht. Messungen hat Goldstein nicht ausgeführt. Thomson [26] zerlegt Brom durch Funkenentladung, misst die Druckzunahme und findet Verringerung der Absorption.

Einige Jahre später beschreibt Ebert [30] das gleiche Spectrum wie Goldstein, das er durch electrische Schwingungen erregt, ohne genauere Angaben zu machen. Evershed [31] erhitzt Brom in verschlossenen Gefässen und findet, wie schon Salet, ein Glühspectrum, das continuirlich erscheint. Demarçay [32] giebt die Hauptlinien des Bromspectrums, das er beobachtet, wenn Funken nach Lösungen von Bromüren überspringen. In ähnlicher Weise lässt de Gramont [32] Funken nach geschmolzenen Salzen schlagen. In den Dissociationsspectren, welche auftreten, ist neben den Linien des Metalls das Spectrum des Metalloids anwesend. Gramont giebt eine Zeichnung in Wellenlängen, Messungen bis auf etwa 1 A und eine eingehende Beschreibung des „Dissociationsspectrums“ des Broms unter Vergleich mit den Angaben von Salet. Gramont untersucht die Bromüre von Na, K, Cd und Zn und findet in allen das Bromspectrum mit nahezu der gleichen Intensität.

Mit Gleichstrom hat wohl zuerst Kalähne [34] Bromspectra hergestellt. Er benutzt Vacuumröhren in einer Kältemischung, betreibt sie mit einer Hochspannungsbatterie uud findet das positive Licht ungeschichtet, von röthlich-violetter Farbe. Das Licht an der Kathode ist geschichtet. Die positive Säule sendet ein Bandenspectrum aus, das dem Absorptionsspectrum entsprechen soll. Messungen werden nicht mitgetheilt. Liveing [35a] beschreibt gleichfalls den Unterschied in der Emission des Kathodenlichtes und der positiven Säule. Ersteres sendet das Linienspectrum, letztere ein continuirliches Spectrum aus (wohl Banden?).

Messungen bringen zuerst Eder und Valenta [35], die zugleich das Linienspectrum eingehend untersuchen und prachtvolle Tafeln geben. Die Messungen des Linienspectrums umfassen den Bezirk 6682—3684. Sie sind relativ zu Rowland's Eisenlinien und zu Sonnenlinien ausgeführt. Ferner werden mehrere Kanten des Bandenspectrums sowie eine grössere Anzahl Linien aus verschiedenen Banden an Photographieen ausgemessen und mit Wellenlängen des Absorptionsspectrums nach Hasselberg verglichen. Das Resultat bestätigt die Annahme früherer Beobachter, dass sich die beiden Spectra entsprechen. Bei höherem Drucke tritt ausserdem ein continuirliches Spectrum auf, das zwischen 4200 und 4900 ein Minimum besitzt. Endlich wird die Entwicklung des Spectrums bei verschiedenen Drucken beschrieben.

Den weiteren Arbeiten folgen wir in chronologischer Ordnung. Berndt [36] sucht nach dem Zeeman-Effect, findet ihn jedoch nicht an den Bromlinien wegen zu grosser Schwäche des Spectrums. Er findet jedoch, dass bei Einschalten des Magnetfeldes unter Umständen die Intensität des Spectrums gesteigert wird. Aehnlich sind die Versuche von Zonta [32], der bei Einschalten eines Magnetfeldes unter Umständen den Uebergang des Bandenspectrums in das Linienspectrum beobachtet, vermuthlich durch Aenderung der Stromdichte. Nutting [39, 40, 41, 42] untersucht die Bedingungen des Auftretens des Bandenspectrums besonders im Zusammenhang mit der Form der Entladung, ferner die verschiedene Emission der Theile einer Vacuumröhre. Ferner prüft er, unter welchen Umständen das Bromspectrum in Gemischen mit Metalloiden und Metalldämpfen überwiegt.

Matthies [43] benutzt, ähnlich wie Kalähne, eine Hochspannungsbatterie. Er findet in Brom bei niederen Drucken das positive Licht geschichtet und röthlich gefärbt, bei höheren Drucken röthlich-violett, das Kathodenlicht fahl grünlich-gelb. Die positive Säule zeigt das Bandenspectrum. —

Hagenbach und Konen [44] bringen eine Photographie des Linienspectrums und Beschreibung bis 3000 abwärts.

Puccianti [45] untersucht in Quarzröhren das Glühspectrum des Broms. Er sieht und photographirt im Roth, Gelb und Grün Banden, die vollkommen den Banden des Absorptionsspectrums entsprechen. Damit wird erwiesen, dass es sich auch bei den älteren Beobachtungen von Salet und Evershed um ein Bandenspectrum gehandelt hat.

Eine neue sorgfältige Untersuchung liefern Galitzin und Wilip [47]. Sie photographiren das Linienspectrum des Broms zwischen 5600 und 2600 und messen die Linien aus. Da sie zugleich die Vergleichsnormalen angeben, ist eine Reduction ihrer Messungen auf etwaige neue Werthe von Normalen möglich. Daneben wird ein eingehendes Studium des Verhaltens der Linien bei verschiedner gemessener Dampfdichte, bei verschiedenen Entladungsarten, Röhren verschiedener Form und verschiedenem Druck ausgeführt. Die Breite der Linien unter verschiedenen Umständen wird gemessen, ebenso die Temperatur in den benutzten Röhren mit Hilfe eines eingeschmolzenen Thermoelementes. Die gemessenen Temperaturen bewegen sich zwischen 80° und 400°, Steigerung des Drucks und der Dichte wirken ähnlich wie Vergrösserung der Capacität. Zahlreiche Linien verbreitern sich unsymmetrisch. Bei 11.6 Atm. Druck ist nichts mehr von den bei gewöhnlichem Druck sichtbaren Bromlinien zu finden. Ein Unterschied zwischen der Wirkung grosser Capacität und grosser Dichte besteht insofern, als bei Einschaltung grosser Capacität einzelne Linien ausgelöscht werden, während die Dichte alle Linien gleichmässig auslöscht. Endlich werden verschiedene Coincidenzen zwischen dem Absorptions- und dem Emissionslinienspectrum gefunden. Diese können jedoch bei dem Linienreichthum des Absorptionsspectrums wohl zufällig sein.

Die Arbeit von Goldstein [58] erweitert die Beobachtung Galitzin's

und Wilip's uber die Wirkung grosser Capacitaten Goldstein benutzt Rohren mit ausseren Electroden, bei welchen kleine Dampfdrucke benutzt werden konnen Ohne Condensator und bei geringer Dampfdichte findet Goldstein neben dem Bandenspectrum ein Linienspectrum, dessen Linien theilweise verschwinden und durch neue ersetzt werden, wenn man zu grossen gut abgestimmten Capacitaten und grosseren Dampfdichten ubergeht Bei grosster Entladungsdichte erhalt Goldstein schliesslich ein Spectrum, das er als das Spectrum des einfachsten Brommolecels ansieht und Grundspectrum nennt [1]) Endlich findet Goldstein, dass man in Vacuumrohren das Bromspectrum erhalt, wenn man eine Electrode mit einem Bromsalze aus der Klasse der Alcalien oder Erdalcalien uberschuttet und in dem capillaren Raume zwischen Wand und Salz oder in einer Verengerung eine stark condensirte Entladung beobachtet Auch aus den Wanden des Glasgefasses kann sich genugend Brom entwickeln, um sowohl das Linien- wie auch das Bandenspectrum hell zu erhalten Das Verfahren hat gewisse Aehnlichkeit mit der Methode Gramont's unter Benutzung geschmolzener Salze und besitzt den Vorzug, mit sehr geringen Substanzmengen zu arbeiten Genauere Angaben uber die auftretenden Spectra stehen noch aus

1. Linienspectrum.

Das Linienspectrum tritt auf in Funken durch Bromgas bei Atmospharendruck, in Vacuumrohren mit oder ohne Condensator, in Funken nach geschmolzenen Salzen und in Vacuumrohren, die an der Kathode oder in der Capillare mit Bromiden der Alcalien oder besser noch der Erdalcalien gefullt sind [50] Ohne Benutzung einer Leidener Flasche ist das Spectrum am deutlichsten bei einem Drucke von etwa 10 mm Unterhalb 10 mm lasst die Helligkeit nach Oberhalb 10 mm verbreitern sich die Linien mit dem Druck in progressivem Maasse Die einzelnen Linien verhalten sich dabei verschieden Ueber das bei niedrigen Drucken auftretende continuirliche Spectrum und das oberhalb 45 mm auftretende Bandenspectrum siehe weiter unten Einschaltung von Condensatoren in den Entladungskreis eines Inductoriums verbreitert gleichfalls die Linien in verschiedenem Maasse In verengten Stellen eines Entladungsrohres macht sich diese Wirkung der Capacitat erst bei einer gewissen Grosse des Condensators bemerkbar [47] Bei Drucken von 3 7 Atm betragt die Verbreiterung mancher Linien mehrere A Bei 11 6 Atm ist von den gewohnlichen Bromlinien uberhaupt nichts mehr zu sehen Es treten dann neue Linien auf, deren Ursprung noch unbestimmt ist [47] Zur Her-

1) Die Zahlen Goldstein's sind in der folgenden Tabelle mit angefuhrt, obwohl sie nur rohe Werthe sind, um die Angaben über das Verschwinden einzelner Linien auf die gemessenen Linien beziehen zu konnen Wenn Goldstein die grossere Zahl der Linien bei seinen Versuchen im Bereiche oberhalb 600 hervorhebt, so ist zu bedenken, dass Eder und Valenta mit grosser Dispersion arbeiteten und auf wenig rothempfindliche Platten photographirten In den brechbareren Theilen des Spectrums sind genauere Angaben noch abzuwarten Goldstein giebt an, dass sich die Zahl der Linien mindestens verdopple

stellung von Bromröhren sind verschiedene Verfahren empfohlen worden Bei sorgfältig getrocknetem Brom werden Platinelectroden nur langsam angegriffen, solange sie sich nicht erhitzen Tritt dies jedoch ein, so wird die Reaction störend Aus diesem Grunde benutzen manche Beobachter electrodenlose Röhren, besonders Goldstein [49] Aluminiumelectroden sind unbrauchbar Zur Einfüllung des Gases bringt man abgeschmolzene Kügelchen mit gewogenen Mengen in die Röhren und zertrümmert sie nach dem Evacuiren (Goldstein [25], Ebert [30], Matthies [43] u a) oder man bringt seitlich der Röhre einen Ansatz an, der in eine Kältemischung von passender Temperatur taucht (Salet [27], Kalähne [34], Galitzin und Wilip [47] u a) Ein Verfahren, zur directen Einführung von Brom in ein vorher evacuirtes Rohr und zur Druckmessung mit Schwefelsäuremanometer, das sehr gut wirkt, beschreibt Matthies [43] Röhren mit unechtem Blattgold halten Spuren von Brom von der Quecksilberpumpe ab — Nach Goldstein [48] erhält man die hellsten und linienreichsten Spectra, indem man Röhren mit äusseren Belegen verwendet und starke, d i gut abgestimmte Condensatorentladungen hindurchschickt [48] Das Linienspectrum des Broms gehört zu den Spectren, die nach Goldstein [48] mit steigender Dichte des Entladungsstromes sich verändern, linienärmer werden und sich zuletzt auf ein „Grundspectrum" reduciren Nach Goldstein sind die von anderen Beobachtern beschriebenen Spectra Gemische des „Grundspectrums" mit „Complexspectren" In der folgenden Liste ist die Frage, ob es ein oder mehrere Linienspectra giebt, unentschieden gelassen Vielmehr sind die verschiedenen Spectra neben einander gestellt Bei starken Entladungen kann das Linienspectrum des Broms durch Zersetzung der Wände der Röhren auftreten [50]. Es fehlt anscheinend in der Sonne, ist oberhalb 7800 und unterhalb 3600 unbekannt und bisher in mancher Hinsicht, z B in Bezug auf den Zeeman-Effect erst unvollkommen untersucht Gesetzmässigkeiten im Bromspectrum sind bisher nicht gefunden worden

Eder und Valenta (35)		Goldstein (48)		f
		7820	1	1)
		7530	3	1)
		7350	3	1)
		7270	1	1)
		7160	2	1)
		7110	2	1)
		7000	4	1) 2) 3)
		6780	4	1) 2)
		6730	4	1)
6682 83	2	6685	2	1)

Eder und Valenta (35)		Goldstein (48)		
—		6670	2	1)
6632 02	5	6630	5	2) 7)
6582 52	1	—		2) 7)
6560 17	4	6550	1	1) 2) 7)
6545 00	1/2	6540	5	1)
—		6480	1	
6353 07	1	} 6400	2	
6351 02	10	} 6350	6	2) 4) 6) 7)
—		6290	1	
—		6280	1	

1) Verschwindet nach Goldstein (48) durch Capacitätseinschaltung
2) Schon von Salet gemessen [17, 27] 3) Wellenlänge nach Salet 6990
4) Nach Salet Gruppe α 6) Nach Gramont im Spectrum geschmolzener Salze (33)
7) Von Plücker gemessen

Eder und Valenta (35)	Galitzin und Wilip (47)	Goldstein (48)	
6204 36 ½		6200 2	1)
6178 72 2		6175 2	1)
6170 09 2		—	
6159 60 2		6153 1	1)
6149 95 10		6150 6	1) 2) 5) 6) 7)
6142 02 4		—	7)
6123 49 3		6130 2	7)
6118 89 4		6100 1	7)
6097 05 1		—	
5954 3 ½		—	
5950 7 ½		—	
5940 83 4		—	
5871 97 3		—	2) 6)
5868 40 2		—	7)
5864 53 3		—	
5852 40 5		5850 2	1)
5833 71 3		—	
5831 04 7		—	2) 6) 7) 8)
5821 40 3		—	7)
5794 50 2		5778 2	1) 7)
—		—	5739 Plucker
5719 17 4		—	2) 6) 7) 9) 10)
5716 5 ½		—	
5711 25 4		—	7)
—		—	5796 Plucker
5657 83 4		—	7)
5643 40 ½		—	
5630 3 1		—	
5627 5 1 u		—	7)
5622 38 } 1		—	7)
5621 95 } 1		—	
5600 90 4		—	7)
5590 15 8	5590 13	5590 2	2) 6) 11)
5588 40 2	—	—	
5584 98 1	—	—	
5560 10 1	—	—	7)
5545 91 1	—	—	7)
5539 21 1	—	—	
5536 52 4	—	—	
5532 38 ½	—	—	
5529 19 2	—	—	7)
5516 87 1	—	—	
5511 04 2	—	—	
5508 49 3	—	—	
5506 97 8	5507 04 1	—	2) 6) 7) 14)
5495 24 7	5495 24	5470 2	1) 2) 6) 7)
5489 00 6	5488 99	—	2) 6)
5483 20 2	—	—	
5481 41 2	—	—	
5480 20 3	—	—	
5466 43 5	5466 48 1	—	11)
5450 28 3	5450 34 1	—	2) 6) 7) 10) 14)
5442 55 4	—	—	
5435 30 5	5434 80	—	6) 7)
5433 49 1	—	—	
5425 21 5	5425 32 1	—	2) 6) 7) 14)
5423 01 7	5423 07 1	—	7) 14)
5395 69 5	5495 79	5395 2	1) 7)
—	—	—	5383 Plucker
5370 51 2 u r	—	—	
5364 38 3	—	—	
5360 99 2	—	—	
5345 53 4	5345 68 1	—	14)
5335 30 5	—	5347 2	1) 2) 6) 7) 12) 13) 14)
5333 49 1	—	—	
5332 18 10	5332 27	—	23)
5330 76 2	—	—	
5304 31 7	5304 33 1	5308	2) 6) 7) 12) 14)

1) Verschwindet nach Goldstein (48) durch Capacitatseinschaltung.
2) Schon von Salet gemessen [17, 27]
5) Nach Salet Gruppe β, mehrfach
6) Nach Gramont im Spectrum geschmolzener Salze (33)
7) Von Plucker gemessen
8) Gruppe γ nach Salet
9) Gruppe δ nach Salet
10) Sehr schwach in Dissociationsfunken
11) Gruppe δ nach Salet
12) Sehr stark im Dissociationsfunken
13) Zur Gruppe ζ (Salet) gehörig
14) Die Intensitatsbezeichnungen von Galitzin und Wilip sind durch Zahlen ausgedruckt (1—10), die ungefahr den Werthbezeichnungen der Verf entsprechen Die Photographieen von Galitzin und Wilip sind offenbar sehr schwach exponirt gewesen, da fast alle Linien die Intensitatsbezeichnung „schwach" tragen
23) Verbreitert sich unsymmetrisch nach Violett (Galitzin und Wilip)

Eder u Valenta (35)	Galitzin u Wilip (47)	Goldstein (48)	
—	—	—	5292 Plucker
5272 89 4	5273 01 1	—	2) 7) 14)
5263 68 4	—	—	2) 7)
5249 219 3	—	—	
5239 994 2	—	—	2) 7)
5238 472 8	5238 48 10	5242 5	2) 6) 12) 13) 23)
5233 65 2	—	—	
5227 911 3	5228 01	—	7) 14)
—	—	—	5216 Plucker
5199 50 3	—	—	
5194 075 4	5194 06	—	
5184 074 4	5184 11 2	—	6) 7) 14)
5182 573 7	5182 58 8	5182 5	2) 7) 14)
5180 19 2	—	—	
5174 09 1	—	—	
5164 560 5	5164 53	5170 2	2) 6) 7)
5143 626 2	—	—	7)
—	—	—	5122 Plucker
—	—	—	5106 „ 6)
—	—	—	5092 „
5054 853 4	5054 86 2	5055 1	2) 6) 7) 14) 45)
5038 962 3 u	—	—	7)
5020 756 3	—	—	
5011 000 1	—	—	7)
5002 96 1	—	—	
4987 234 1	—	—	7) 15)
4979 950 4 s	4979 83 2	4983 5	1) 14)
4959 51 4 u	—	—	7)
4945 768 3 u	4945 75 1	—	14)
4942 21 1 u	—	—	7)
4930 816 5 s	4930 72 2	4930 2	2) 7) 14) 23) 46)
4928 966 5 s	4928 86 2	4925 1	6) 7) 14) 19) 23)
4926 758 2 u	—	—	14)
4921 386 3 u	4921 31 1	—	
4921 20 1 u	—	—	18)
4867 935 3 u	4867 90 1	—	7) 14)
4866 851 3 u	4866 77 1	—	14)
—	4860 19 1	—	14)
4848 988 6 s	4848 96 5	—	7) 14) 20)
4845 196 3 u	4845 12 1	—	7) 14)
4838 823 3	4838 77 1	—	14)
4834 699 2 u	4834 61 1	—	14) 43)
—	4818 56 1	—	14) [21) 47)
4816 900 8 s	4816 91 10	4820 4	2) 6) 7) 14) 20)
—	4807 80 1	—	14)
—	4804 15 1	—	14)
4802 544 4 s	4802 55 2	—	7) 14)
4799 794 3 u	—	—	
4798 415 3 u	4798 38 1	—	14)
—	4795 28 1	—	14)
4791 989 2 u	4792 01 1	—	14)
4785 644 10 s	4785 69 10	4785 2	2) 6) 7) 20) 21)
4780 524 6 s	4780 50 8	4780 5	1) 7) 14) 24)
4777 30 3 s	4777 24 1	—	14)
4776 605 7 s	4776 62 5	4772 1	14) 22)
4775 41 3 s	4775 39 3	—	14) 43)

1) Verschwindet nach Goldstein (48) durch Capacitatseinschaltung
2) Schon von Salet gemessen [17, 28]
6) Nach Gramont im Spectrum geschmolzener Salze (33)
7) Von Plücker gemessen
12) Sehr stark im Dissociationsfunken.
13) Zur Gruppe ζ (Salet) gehörig
14) Die Intensitätsbezeichnungen von Galitzin und Wilip sind durch Zahlen ausgedruckt (1—10), die ungefahr den Wertbezeichnungen der Verf entsprechen. Die Photographien von Galitzin und Wilip sind offenbar sehr schwach exponirt gewesen, da fast alle Linien die Intensitatsbezeichnung „schwach" tragen
15) Kaum sichtbar
18) Von langeren Wellen bis etwa hierhin continuirlicher Grund.
19) Durch Capacitat nach Galitzin und Wilip wenig verbreitert
20) Durch Capacitat im Stromkreis stark verbreitert (nach Galitzin und Wilip)
21) Die Verbreiterungen gehen nach Violett (Galitzin und Wilip)
22) Verbreitert sich symmetrisch (Galitzin und Wilip)
23) Verbreitert sich unsymmetrisch nach Violett (Galitzin und Wilip)
24) Fehlt bei grosser Capacitat (Galitzin und Wilip)
43) Durch grosse Capacität ausgeloscht
45) Gruppe η nach Salet
46) Gruppe Θ nach Salet
47) Gruppe μ nach Salet

Eder u. Valenta (35)		Galitzin u. Wilip (47)		Goldstein (48)		
4774.01	4 s	4774.02	2	—		14) 25)
4772.91	3 u	4772.96	1	—		14) 7)
4767.282	8 s	4767.29	7	—		14) 6)
4766.27	5 ur	4766.23	5	—		14)
4753.05	1	—		—		
4752.47	3 u	4752.48	7	4756	2	1) 14) 26)
4750.10	2 u	—		—		
4744.53	3 u	4744.57	1	—		7) 14)
4742.87	8 s	4742.90	7	—		6) 7) 14) 23)
4735.67	5 ur	4735.62	4	—		7) 14) 20)
4728.90	2	—		—		
4728.49	4	4728.39	4	—		14) 20)
4720.56	1	—		—		
4719.95	8	4719.93	9	4720	1	2) 6) 7)
4717.57	3 u	4717.59	2	—		14)
4714.66	1 u	—		—		
4711.32	1	4711.26	1	—		14)
4708.16	1	—		—		
4705.00	10 u	4705.03	10	4707	4	2) 6) 7) 48)
4701.93	2 u	—		—		
4698.77	2 u	—		—		
4696.59	2 u	4696.63	1	—		14)
4693.48	8 s	4693.47	5	4680	2	6) 7) 23)
4692.51	3 u	4692.51	2	—		14)
4691.42	3 u	4691.35	1	—		14)
4678.89	8 u	4678.87	9	—		2) 6) 7) 20) 21)
4675.82	2 u	—		—		7)
4673.56	2 s	—		—		
4672.750	6 s	4672.78	3	—		14) 22)
4666.42	2	—		—		
4652.18	6 s	4652.19	3	—		14)
4644.17	2 u	—		—		14)
4643.74	4 s	4643.71	5	—		7)
4642.35	3 u	4642.22	2	—		14)
—		4641.36	1	—		14)
4629.66	3	4629.66	1	—		14) 27)
4622.99	8 s	4622.94	8	—		2) 6) 7) 22)
4614.86	6 s	4614.76	8	4615	2	1) 14)
4605.90	2	4605.86	1	—		16)
4601.63	5 u	4601.55	2	—		14) 20)
4597.14	3 u	4597.09	1	—		14) 28)
4575.95	6 ur	4575.94	7	4576	4	1) 14)
4558.21	4 u	4558.27	1	—		14) 29)
4543.12 }	8 s	4543.08	5	—		2) 7)
4542.67 }	2 u	—		—		
4538.95	5 u	4538.90	3	—		14) 21)
4530.21	1	—		—		
4530.00	5 s	4529.95	5	—		14) 21)
4529.78	2 s	—		—		23)
4525.82	8 ur	4525.75	9	4526	3	1) 14) 19)
4513.99	1	—		—		
4513.67	5 s	4513.62	7	4515	3	1) 14) 30)
4508.29	2 u	—		—		
4490.68	5 s	4490.62	5	4480	4	1) 2) 31)

1) Verschwindet nach Goldstein (48) durch Capacitätseinschaltung.

2) Schon von Salet gemessen [17, 28].

6) Nach Gramont im Spectrum geschmolzener Salze (33).

7) Von Plücker gemessen.

14) Die Intensitätsbezeichnungen von Galitzin und Wilip sind durch Zahlen ausgedrückt (1—10), die ungefähr den Werthbezeichnungen der Verf. entsprechen. Die Photographieen von Galitzin und Wilip sind offenbar sehr schwach exponirt gewesen, da fast alle Linien die Intensitätsbezeichnung „schwach" tragen.

16) Bandartig verbreitert.

19) Durch Capacitat nach Galitzin und Wilip wenig verbreitert.

20) Durch Capacitat im Stromkreis stark verbreitert (nach Galitzin und Wilip).

21) Die Verbreiterungen gehen nach Violett (Galitzin und Wilip).

22) Verbreitert sich symmetrisch (Galitzin und Wilip).

23) Verbreitert sich unsymmetrisch nach Violett (Galitzin und Wilip).

25) Bei Capacitat starker und verbreitert (Galitzin und Wilip).

26) Bei Capacitat schwacher und nach r verschoben.

27) Bei Capacitat verbreitert (Galitzin und Wilip).

28) Bei Capacität u r (Galitzin und Wilip).

29) Bei Capacitat u und doppelt (Galitzin und Wilip).

30) Durch Capacitat geschwacht, bei grosser Capacitat dreifach (Galitzin u. Wilip).

31) Durch grosse Capacitat ausgeloscht und durch die Linien 4506.61 und 4508.15 ersetzt (Galitzin und Wilip).

48) Gruppe π nach Salet.

Eder und Valenta (35)		Galitzin und Wilip (47)		Goldstein (48)		
4477.96	10 u r	4477 93	10	4475	4	[1] [14] [19]
4472 83	8 u r	4472 79	9	—		[14] [19]
4471 99	1	—		—		
4470 22	1	—		—		
4466 42	1 u	—		—		
4465 99	1 u	—		—		
4460 92	1	—		—		
4460.39	1	—		—		
4453 75	1	—		—		
4441 94	8 u r	4441 89		4442	3	[1] [14]
4431 13	2	—		—		
4430 07	2	—		—		
4425 32	5 s	4425 28	5	—		[14] [32]
4423 22	2	4423 15	1	—		[14]
4412 66	1	—		—		
4407 80	4	4407 82	1	—		[14] [33]
4405 18	1	—		—		
4399 87	3	4399 83	1	—		[14]
4396 55	5	4396 48	1	—		[14]
4395 10	4	4395 08	1	—		[14]
4391.76	3	4391 76	2	—		[14] [23] [34]
4386 83	2 u	—		—		
4378 11	4 vrbr	—		—		
4377 40	2 s	—		—		
4372 20	3 u	—		—		[[22] [43] [48]
4365 76	8 s	4365 74	8	4363	2	[2] [6] [7] [14] [20]
4365 31	4 s	4365 29	3	—		[14]
—		4358 45	1	—		[14]
—		4351 38	1	—		[14]
—		4307 96	1	—		[14] [17]
4297 27	3 s	4297 24	3	—		[14]
4291 54	6	4291 54	7	—		[2] [7] [14]
—		4261 44	1	—		[14]
—		4260 74	2	—		[14]
4236 998	6 s	4237 03	7	—		[2] [7] [14] [19] [22]
4230 101	4	4230 16	5	—		[7] [14] [19]
4223 996	8	4224 03	9	4220	2	[14] [20] [21] [22]
—		4222 48	2			[14]
—		4210 76	1			[14]
—		4208 70	1			[14] [44]
—		4206 23	1			[14]
4202 64	4 s	4202 63	5			[14]
—		4201 46	1			[14]
4193 62 }	6	4193 60	8			[7] [14]
4193 34 }	2	4193 34	2			[14] [22]
4179 76	8	4179 80	8			[2] [7] [14] [22]
4175 92	5 s	4175 92	7			[14]
4175 77	1	—				
4160 14	2 s	4160 14	3			[14] [35]
4157 54	2	4157 54	4			[14]
4157 23	3	4157 30	4			[14]
4151 52	3 s	4151 53	3			[14] [19]
4144 12	2 s	4144 11	5			[7] [14] [36]
4140 37	6 s	4140 38	8			[14] [22]

1) Verschwindet nach Goldstein (48) durch Capacitatseinschaltung

2) Schon von Salet gemessen [17, 28]

6) Nach Gramont im Spectrum geschmolzener Salze (33)

7) Von Plucker gemessen

14) Die Intensitätsbezeichnungen von Galitzin und Wilip sind durch Zahlen ausgedruckt (1—10), die ungefähr den Werthbezeichnungen der Verf entsprechen Die Photographieen von Galitzin und Wilip sind offenbar sehr schwach exponirt gewesen, da fast alle Linien die Intensitatsbezeichnung „schwach" tragen

16) Bandartig verbreitert

19) Durch Capacitat nach Galitzin und Wilip wenig verbreitert

20) Durch Capacitat im Stromkreis stark verbreitert (nach Galitzin und Wilip)

21) Die Verbreiterungen gehen nach Violett (Galitzin und Wilip)

22) Verbreitert sich symmetrisch (Galitzin und Wilip)

23) Verbreitert sich unsymmetrisch nach Violett (Galitzin und Wilip)

32) Durch Capacitat geschwächt (Galitzin und Wilip)

33) Durch Capacitat verstarkt und u r (Galitzin und Wilip)

34) Durch grosse Capacitat ausgeloscht und durch die Linien 4383 98 und 4393 72 ersetzt (Galitzin und Wilip)

35) Bei Capacitat verbreitert

36) Bei Capacitat geschwacht und u r

43) Durch grosse Capacitat ausgeloscht

44) Durch Capacitat verstarkt

48) Gruppe π nach Salet

Eder u Valenta (35)		Galitzin u Wilip (47)		
4138 78	3 u	4138 71	1	14) 37)
4135 79	5 s	4135 82	8	14) 22)
—		4118 81	1	14) 19)
4117 58	3 u	4117 69	4	14) 38)
4110 12	4	4110 20	3	14) 19)
4109 96	1	4106 60	2	14)
4106 52 }	3 s	—		19)
4105 56 }	2 s	4105 66	1	14)
—		4105 06	1	14)
4102 62	4	4102 72	2	14) 22)
—		4098 07	2	14)
4096 27	3 u	4096 22	1	14) 39)
4090 74	3 s	4090 76	2	14) 40)
4089 29	3 u	4089 36	2	14) 22)
4075 66	4 u	4075 70	3	14) 20)
—		4072 30	1	14)
—		4063 77	3	14) 19)
—		4046 74	2	14) 41)
4037 486	2 s	4037 51	3	14)
4036 538	4 s	4036 61	3	14)
4024 19	5 u r	4024 19	5	14)
4022 04 }	2	—		
4021 95 }	1	4021 92	3	14) 43)
—		4018 45	3	14) 43)
4012 70	3 s	4012 74	3	14) 42)
4008 93	6 u r	4008 92	5	14)
4007 45	5 s	4007 44	6	14)
4005 69	2 s	4005 78	3	14)
4001 60	3 u	4001 58	3	14)
3999 77	4 u	3999 74	3	14) 43)
—		3999 21	3	14)
3997 27	4 s	3997 22	3	14)
—		3994 01	1	14)
3992 51	4 s	3992 51	5	14) 43)
3991.485	3 s	3991 52	3	14)

Eder u Valenta (35)		Galitzin u Wilip (47)		
3986 666	8 s	3986 70	8	14) 22)
3980 585 }	10 u	3980 57	9	2) 14) 49)
3980 151 }	5	3980 18	5	14)
—		3970 75	4	14)
3968 804	5 s	3968 81	5	14) 19)
3955 504	8 u r	3955 49	8	14)
3950 745	7	3950 74	8	14)
—		3947 11	2	14)
—		3946 80	2	14)
—		3944 73	1	14)
3939 862	5 u	3939 83	5	14)
3938 801	5 u	3938 80	4	14)
3935 310	6 u	3935 32	5	14)
3929 726	6 u	3929 71	5	14)
3924 239	8 u	24 25	10	14) 20)
3923 506	6	23 50	5	14)
3920 838	6 u r	20 81	5	14)
3919 770	6 s	19 68	5	14)
3917 960	3 s	17 96	3	14)
—		3917 11	1	14)
3914 419	9	14 40	10	14)
3914 270	2	—		
—		3909 48	2	14)
3901 418	4	01 39	2	14)
—		3897 88	2	14)
3891 790	8 s	3891 78	6	14)
3888 665	4 u r	—		
3871 377	6 s	3871 39	6	14)
3857 363	6 s	3857 37	6	14)
3840 775	3 u r	3840 73	4	14)
3834 861	6 u r	34 85	6	14)
3829 920	3 u	29 88	2	14)
3828 640	3	28 65	3 s	14) 43)
3815 771	4 s	3815 79	4 s	14) 43)
3811 55	3	11 54	4	14)

14) Die Intensitätsbezeichnungen von Galitzin und Wilip sind durch Zahlen ausgedrückt (1—10), die ungefähr den Werthbezeichnungen der Verf entsprechen Die Photographieen von Galitzin und Wilip sind offenbar sehr schwach exponirt gewesen, da fast alle Linien die Intensitätsbezeichnung „schwach“ tragen

19) Durch Capacität nach Galitzin und Wilip wenig verbreitert

20) Durch Capacität im Stromkreis stark verbreitert (nach Galitzin und Wilip)

22) Verbreitert sich symmetrisch (Galitzin und Wilip)

37) Bei Capacität u r

38) Durch Capacität immer mehr verbreitert, zuletzt ausgelöscht

39) Bei Capacität u r

40) Durch Capacität verstärkt.

41) Durch Capacität ausgelöscht und durch die Linie 4045 55 ersetzt

42) Durch Capacität ausgelöscht und durch die Linie 4014 45 ersetzt

43) Durch grosse Capacität ausgelöscht

49) Gruppe ϱ nach Salet

Eder u. Valenta (35)		Galitzin u. Wilip (47)		
3801.09	1 s	—		
3794.153	4 s	3794.14	6	14) 43)
3772.727	4 u	3772.69	3	14) 44)
3770.410	2 u	—		
3753.87	4 u	3753.78	2	14)
3740.66	7 u	3740.65	3	14) 44)

Eder u. Valenta (35)		Galitzin u. Wilip (47)		
3737.82	2 u	—		
3735.91	1	3735.91	1	14)
3725.54	1	3725.46	1	14)
3714.45	4	3714.41	1	14) 44)
3699.595	2	—		
3684.84	3	—		

14) Die Intensitätsbezeichnungen von Galitzin und Wilip sind durch Zahlen ausgedrückt (1—10), die ungefähr den Werthbezeichnungen der Verf. entsprechen. Die Photographieen von Galitzin und Wilip sind offenbar sehr schwach exponirt gewesen, da fast alle Linien die Intensitätsbezeichnung „schwach" tragen.

43) Durch grosse Capacität ausgelöscht.

44) Durch Capacität verstärkt.

II. Bandenspectrum.

Das Bandenspectrum des Broms tritt auf in Vacuumröhren, im Funken und beim Erhitzen des Dampfes auf die Temperatur der Rothglut.

In Röhren erscheint es bei niedrigen Drucken, wenn man nicht condensirte Entladungen anwendet, ferner in der positiven Säule, in Röhren mit Bromsalzen nach der Methode Goldstein's sowie bei hohem Drucke in der Aureole der Funkenbahn. Nach Eder und Valenta erhält man es am hellsten bei Drucken von cr. 45 mm. Besonders stetig wird es bei Benutzung von Gleichstrom.

Auch im Funken erhält man das Bandenspectrum, wenn man Funken durch Brom von Atmosphärendruck schlagen lässt.

Endlich kann man das Bandenspectrum erhalten, wenn man in zugeschmolzenen Quarzröhren Brom erhitzt.

Trotz mancher Beobachtungen und Angaben über die Gesammtfarbe der Entladungen ist das Bandenspectrum noch recht unbekannt. Eder und Valenta haben Stücke photographirt und geben auch die Wellenlängen einer Reihe von Einzellinien. Dieselben stimmen ziemlich mit Wellenlängen von Linien aus dem Absorptionsspectrum des Bromdampfes nach Hasselberg überein, jedoch keineswegs vollkommen. Puccianti hat qualitative Versuche gemacht, nach welchen das Emissionsbandenspectrum des Broms das Negativ des Absorptionsspectrums ist. Wie genau jedoch im einzelnen die Uebereinstimmung ist, und ob die auf verschiedenen Wegen erzeugten Bandenspectra die gleichen sind, ist nicht bekannt. Auch sind die Wellenlängen der Kanten noch nicht gemessen.

III. Continuirliches Spectrum.

Zwischen einem Druck von 8 mm und einem Druck von 40 mm besitzt das Brom ein continuirliches Spectrum, das sich vom Roth bis weit ins Ultra-

violett erstreckt Zwischen 4900 und 4200 liegt ein Minimum Die genauen Bedingungen des Auftretens sind noch nicht ermittelt

IV. Verbindungsspectra.

Fur die zahlreichen Verbindungsspectra des Broms mit Metallen siehe die verschiedenen Elemente Einfache Gesetzmassigkeiten fur Spectra von Bromverbindungen sind bisher nicht gefunden Fur Einzelheiten siehe besonders Olmsted [38] Vergl. auch Bd III, p 386, p 372, p 373

KOHLENSTOFF ($C = 12.00$)

Literatur

[1] W H Wollaston, A method of examining refractive and dispersive powers by prismatic reflection Phil Trans 1802, II, p 365—380 Flammenspectrum

[2] J. Fraunhofer, Kurzer Bericht von den Resultaten neuerer Versuche uber die Gesetze des Lichtes, und die Theorie derselben Gilbert's Ann **74** p 337–378 (1823) Flamme

[3] J F W Herschel, On the absorption of light by coloured media and on the colours of the prismatic spectrum exhibited by certain flames, Trans Roy Soc Edinburgh **9**, II p. 445—460 (1823) Flamme

[4] H F Talbot, Facts relating to optical science Phil Mag [3] **4** p 112—114 (1834) Cyanflamme

[5] F. von Wrede, Versuch, die Absorption des Lichts nach der Undulationstheorie zu erklären Kgl Svenska Vet Ak Handl 1834, Pogg Ann **33** p 353—389 (1834) Flamme

[6] Matthiessen, Memoires sur le spectre d'une flamme de chandelle, C R **16** p 1081—1082 (1843) Flamme

[6a] J W Draper, On the production of light by chemical action. Phil. Mag [3] **32** p 100—114 (1848) Flamme

[7] A Masson, De la nature de l'etincelle électrique et de sa cause Ann chim et phys [3] **31** p 295—326 (1851) Funke

[8] D Alter, On certain physical properties of light produced by the combustion of different metals, in the electric spark, refracted by a prism Americ J [2] **18** p 55–57 (1854) Funke.

[9] A J. Ångström, Optische Untersuchungen Pogg Ann **94** p 141—165 (1855), nach Kgl Svenska Vet Ak Handl 1853 Funke

[10] A Masson, Études de photométrie electrique Ann chim et phys (3) **45** p 385 bis 454 (1855) Funke

[11] D. Alter, On certain physical properties of the light of the electric spark, within certain gases as seen through a prism Americ J [2] **19** p 213—214 (1855) Funke

[12] W Swan, On the prismatic spectra of the flames of compounds of carbon and hydrogen (1856) Trans Roy Soc Edinburgh **21**, III p 411–429 (1857), Pogg Ann **100** p 306—335 (1857) Flamme Erste Messung der Kohlebanden

[13] J Plucker, Fortgesetzte Beobachtungen uber electrische Entladung Pogg Ann. **105** p 67—84 (1858) CO_2 im Geisslerrohr

[14] V S M van der Willigen, Ueber das electrische Spectrum Pogg Ann **106** p 610—632, **107** p 473—479 (1859), nach Versl. en Meded Akad v Wet **7** (1858) CO_2, Funke von Kohle

[15] J Plucker, Ueber die Constitution der electrischen Spectra der verschiedenen Gase und Dampfe Pogg Ann **107** p 497—538, 638—643 (1859) CO-Spectrum

[16] Ch Morren, De quelques combinaisons gazeuzes operees sous l'influence electrique C R **48** p 342 (1859) Bildung von C+H und Cy durch Funken

[17] Ch Morren, Sur l'analyse spectrale Cosmos **19** p 557—560 (1861), Chem. News **4** p 302—303 (1869) Flammenspectrum

[18] Ch Morren, Synthèse de l'acetylène C R. **55** p 51—53 (1862) Bildung von Acetylen im Funken

[19] R Th Simmler, Beitrage zur chemischen Analyse durch Spectralbeobachtungen Pogg Ann **115** p 242—266, 425—451 (1862) Flamme.

[20] J Attfield, On the spectrum of carbon Phil Trans **152**, I p 221—224 (1862), J chem soc **16** p 97—100 (1863) Ursprung der Banden

[21] W A Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the photographic effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark Phil Trans **152**, II p 861—887 (1862) Funke in Gasen

[22] Dibbits, De Spectraal-Analyse Rotterdam 1863 Flamme, Funke

[23] W Huggins, On the spectra of some of the chemical elements Phil Trans **154**, II p 139—160 (1864) Funke

[24] A Mitscherlich, Ueber die Spectren der Verbindungen und der einfachen Korper Pogg Ann **121** p 459—488 (1864) Flammen, namentlich Cyan

[25] W Crookes, The spectrum of carbon Chem News **9** p 135 (1864) Ursprung der Banden

[26] J Attfield, The spectrum of carbon and the theory of the candle flame Chem. News **9** p 166 (1864) Ursprung der Banden

[27] J Plucker and J W Hittorf, On the spectra of ignited gases and vapours, with especial regard to the different spectra of the same elementary gaseous substance Phil Trans **155** p 1—29 (1865) Flammen und Geissler-Rohren

[28] A Morren, De la flamme de quelques gaz carbures, et en particulier celles de l'acétylene et du cyanogene Ann chim et phys (4) **4** p 305—319 (1865). Ursprung der Banden

[29] R Thalen, Om spectralanalys Upsala univers årsskr 1866 Funke

[30] F Brasack, Das Luftspectrum Eine prismatische Untersuchung des zwischen Platina-Electroden uberschlagenden electrischen Funkens Abh Naturf Ges Halle **10** (1866) Funke in CO_2

[31] W M Watts, On the spectrum of the Bessemer-flame Phil Mag (4) **34** p 437—440 (1867) Bessemer-Spectrum, 3 Kohlespectra

[32] A Lielegg, Ueber das Spectrum der Bessemer-Flamme Wien Ber **55**, II p 153—161 (1867) Bessemer-Spectrum

[33] A Lielegg, Spectralbeobachtungen an der Bessemer-Flamme Wien Ber **56**, II p 24—30 (1867) Bessemer-Flamme

[34] A Lielegg, Beiträge zur Kenntniss der Flammenspectra kohlenstoffhaltiger Gase Wien Ber **57**, II p 593—603 (1868) Ursprung der Banden

[35] W M Watts, On the spectra of carbon Phil Mag (4) **38** p 249—263 (1869) 4 Kohlespectra

[36] M Berthelot et F Richard, Sur les spectres de quelques corps composes dans les systèmes gazeux en équilibre C R **68** p 1546—1550 (1869) Bildung von Acetylen und Cyan im Funken

[37] W Huggins, On some spectrum observations of comets Phil Mag (4) **37** p 456—460 (1869) Funke in Gasen

[38] W M Watts, On the spectra of carbon Phil Mag (4) **40** p 100—103 (1870) Verschiedene Spectra und Temperatur

[39] W M Watts, Spectrum of the Bessemer flame Chem News **21** p 80 (1870) Bessemer

[40] W M Watts, On two spectra of carbon existing at the same temperature Rep Brit Ass 1870, Not and Abstr p 44, Chem News **22** p 172—173 (1870)

[41] E Villari, Notizie sulla resistenza elettrica dei gas compressi e sulle modificazioni spettroscopiche che soffre la scintilla che li attraversa Rendic Istit Lombardo (2) **3** p 594—601 (1870) Gase unter Druck

[42] G J Snelus, On the composition of the gases evolved from the Bessemer converter during the blow Chem News **24** p 159—162 (1871) Bessemer-Process

[43] W M Williams, The gases from the Bessemer converter Chem News **24** p 174 (1871) Bessemer-Process

[44] W M Watts, On double spectra Qu J of science **8** p 1—15 (1871) Bessemer

[45] W M Watts, On the spectra of carbon Phil Mag (4) **41** p 12—15 (1871). Verschiedene Spectra.

[46] C P Smyth, On auroral, and other faint, spectra under small dispersion Astron. Observ Edinburgh **13** p R 85—R 98 (1871) Bandenspectrum

[47] L Troost et Hautefeuille, Sur les spectres du carbone, du bore, du silicium, du titan et du zirconium C R **73** p 620—622 (1871) Vermeintliche Beziehungen

[48] A J Ångstrom, Ueber die Spectra der einfachen Gase Pogg Ann. **144** p 300—307 (1871)

[49] W Wullner, Ueber die Spectra einiger Gase in Geisslerschen Rohren Pogg Ann. **144** p 481—525 (1871) Geissler-Rohren

[50] A Secchi, Sugli spettri del ferro e di qualche altro metallo Mem soc spettrosc. Ital **2** p 119—122 (1873), C R **77** p 173—177 (1873) Kohlebogen

[51] G Salet, Sur les spectres des metalloides Ann chim et phys (4) **28** p 5—71 (1873) Bandenspectrum

[52] F Benevides, Sur les flammes des gaz comprimés Ann chim et phys. (4) **28** p 358—363 (1873) Flamme unter Druck

[53] W M Watts, On the spectrum of the Bessemer flame Phil Mag (4) **45** p 81—90 (1873) Bessemer-Spectrum

[54] W M Watts, On the spectra of carbon Phil Mag (4) **48** p 369—370, 456—457 (1874) CO-Spectrum

[55] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux, Paris 1874 Flamme

[56] C P Smyth, Carbon and hydrocarbon in the modern spectroscope Phil Mag. (4) **49** p 24—33 (1875) Ursprung der Banden

[57] W M Watts, Carbon and hydrocarbon in the modern spectroscope Phil Mag. (4) **49** p 104—105 (1875) Ursprung der Banden

[58] J Attfield, Note on the spectrum of carbon Phil Mag (4) **49** p 106—108 (1875). Ursprung der Banden

[59] — Spectroscopic observations made in the years 1874 and 1875 Greenwich Observations 1875 p 100—130 (1875) Gase in Geissler-Rohren

[60] A J Ångstrom und R Thalen, Recherches sur les spectres des métalloides. Nova acta Reg Soc sc Upsal (3) **9** (1875) Banden- und Linienspectrum, Zeichnung.

[61] A S Herschel, Visibility of the ultra-violet rays of the spectrum Nat. **16** p 22—23 (1877) Cyanbanden

[61a] A Schuster, On the passage of electricity through gases Proc Cambridge Phil Soc **3** p 57—61 (1877) Ursprung der Spectra

[62] J N Lockyer, Note on the existence of carbon in the coronal atmosphere of the sun Proc Roy Soc **27** p 308—309 (1878) Kohle in Sonne

[63] B Lengyel, Ueber das Spectrum der Gasgemenge Liter Ber aus Ungarn **3** p 177—179 (1878) Acetylen

[64] J Dewar, On the formation of hydrocyanic acid in the electric arc Proc. Roy Soc **29** p 188—189 (1879) Studies on the electric arc. Proc Roy Soc **30** p 85—93 (1880) Bildung von Cyan im Bogen

[65] C P Smyth, Carbon and carbo-hydrogen, spectroscoped and spectrometed in 1879 Phil Mag (5) **8** p 107—119 (1879) Geisslerrohren

[66] C P Smyth, End-on tubes, brought to bear upon the carbon and carbo-hydrogen question Nat **20** p 75—76 (1879) Ursprung der Banden

[66a] G Ciamician, Spectroscopische Untersuchungen Wien Ber **79**, II p 8—10 (1879) Cyanspectrum

[66b] C P Smyth, End on illumination in private spectroscopy, and its application to both blowpipe flames and electric illuminated gas vacuum tubes Chem News **39** p 145—146, 166—168, 188—189 (1879), Roy Scot Soc of Arts **10** p 226—265 (1883) Flammenspectrum

[67] G D Liveing and J. Dewar, On the spectra of the compounds of carbon with hydrogen and nitrogen Proc Roy Soc **30** p 152—162 (1880) C- und Cy-Banden

[68] W Spottiswoode, On some of the effects produced by an induction coil with a de Meritens magneto-electric machine Proc Roy Soc **30** p 173—178 (1880) Funke

[69] J N Lockyer, Note on the spectrum of carbon Proc Roy Soc **30** p 335—343, 461—463 (1880) Gegen (67)

[70] G D Liveing and J Dewar, Note on the history of the carbon spectrum Proc Roy Soc **30** p 490—494 (1880) Antwort auf Voriges

[71] G D Liveing and J Dewar, On the spectra of the compounds of carbon with hydrogen and nitrogen, No II Proc Roy Soc **30** p 494—509 (1880) C- und Cy-Banden

[72] J N Lockyer, On multiple spectra Nat **22** p 4—7, 309—312, 562—565 (1880) Verschiedene C-Spectra

[73] G D Liveing and J Dewar, On the spectra of the compounds of carbon with hydrogen and nitrogen Nat **22** p 620—623 (1880) C- und Cy-Banden

[74] G L Ciamician, Spectroscopische Untersuchungen Wien Ber **82,** II p 425—457 (1880) Vermeintliche Beziehungen

[75] A Schuster, Upon the present state of our knowledge of spectrum analysis Rep Brit Ass 1880 p 258—298 Zusammenfassende Darstellung

[76] A Schuster and H E Roscoe, Note on the identity of the spectra obtained from the different allotropic forms of carbon Proc Phil Soc Manchester **19** p 46—49 (1880), Mem Phil Soc Manchester (3) **7** p 80—83 (1882) Versuche mit Diamant

[77] B Hasselberg, Ueber die Spectra der Kometen und ihre Beziehung zu denjenigen gewisser Kohleverbindungen Mem acad St Petersb (7) **28** (1880) Kohlebanden

[78] A S Herschel, Carbon and carbon-compounds Nat **22** p 320 (1880) Ursprung der Banden

[79] W M Watts, On the spectrum of carbon Nat **23** p 197—198 (1880) Banden

[80] C Wesendonck, Ueber Spectra der Kohlenstoffverbindungen Berl Ber 1880 p 791—791, Wiedem Ann **17** p 427—467 (1882) Banden

[81] G D Liveing, On the spectrum of carbon Nat **23** p 265—266 (1881) Ursprung der Banden

[82] W M Watts, On the spectrum of carbon Nat **23** p 266, 361 (1881) Dasselbe

[83] R -On the spectrum of carbon Nat **23** p 313—314 (1881) Dasselbe

[84] G D Liveing, On the spectrum of carbon Nat **23** p 338 (1881). Dasselbe

[85] W Crookes, On the viscosity of gases at high exhaustions Phil Trans **172,** II p 387—434 (1881) Geisslerröhren

[86] L Thollon, Longueurs d'onde des bandes spectrales donnees par les composes du carbone C R **93** p 260 (1881), Ann chim et phys (5) **25** p 287—288 (1882) Messung der Banden

[87] A Wullner, Ueber die Spectra des Wasserstoffs und des Acetylens Wiedem Ann **14** p 355—362 (1881) Ursprung der Banden

[88] A Wullner, Einige Bemerkungen zu den Versuchen des H Wesendonck uber Spectra der Kohlenstoffverbindungen Wiedem Ann **14** p 363—366 (1881) Kritik von (80)

[89] B Hasselberg, Bemerkungen zu Hrn Wullner's Aufsatz „Ueber die Spectra des Wasserstoffs und des Acetylens" Wiedem Ann **15** p 45—49 (1882)

[90] W Wullner, Einige Bemerkungen zu den Mittheilungen der Herren Hasselberg und Goldstein Wiedem Ann **17** p 587—592 (1882)

[91] B Hasselberg, Untersuchungen uber das zweite Spectrum des Wasserstoffs Mem acad St Petersb (7) **30** (1882)

[92] G D Liveing and J Dewar, Note on the reversal of the spectrum of cyanogen Proc Roy Soc **33** p 3—4 (1881) Umkehrung der Banden

[93] G D Liveing and J Dewar, On the spectrum of carbon Proc Roy Soc **33** p 403—410 (1882) Linienspectrum

[94] G D Liveing and J Dewar, On an arrangement of the electric arc for the study of the radiation of vapours, together with preliminary results Proc Roy Soc **34** p 119—122 (1882) Bogen im Block

[95] G D Liveing and J Dewar, General observations on the spectra of carbon and its compounds Proc Roy Soc **34** p 123—130 (1882). Ursprung der Banden

[96] G D Liveing and J Dewar, On the origin of the hydrocarbon flame spectrum. Proc Roy Soc **34** p 418—429 (1882) Ursprung der Banden

[97] C P Smyth and A S Herschel, Gaseous spectra in vacuum tubes under small dispersion and at low electric temperature, including an appendix III, by Prof A S Herschel. Trans Roy Soc Edinburgh **30, I** p 93—160 (1882) C-Banden, gesetzmassige Structur

[98] W N Hartley, Note on certain photographs of the ultra-violet spectra of elementary bodies J chem Soc **41** p 84—90 (1882), Trans Roy Dublin Soc (2) **1** p 231—238 (1883) Funkenspectrum

[99] J Dewar, Origin and identity of spectra (1881) Proc Roy Instit **9** p 674—703 (1882) Ursprung der Banden

[100] G D Liveing and J Dewar, On the ultra-violet spectra of the elements Phil Trans **174, I** p 187—222 (1883) Linienspectrum

[101] C P Smyth, Cyanogen in small induction sparks in free air Nat **28** p 340—341 (1883) Cyanspectrum

[101a] A Schuster, Experiments on the discharge of electricity through gases Sketch of a theory Proc Roy Soc **37** p 317—339 (1884)

[102] W N Hartley, Researches on spectrum photography in relation to new methods of quantitative chemical analysis Phil Trans. **175, I** p 49—62 (1884) Funke

[103] R Thalén, Sur le spectre du fer obtenu à l'aide de l'arc électrique Nova acta reg soc Upsal (3) **12** p. 1—49 (1884) Bogen

[104] W N Hartley and W E Adeney, Measurements of the wave-lengths of lines of high refrangibility in the spectra of elementary substances Phil Trans **175, I** p 63—137 (1884). Linienspectrum

[105] Ch Fievez, Recherches sur le spectre du carbone dans l'arc electrique en rapport avec le spectre des comètes et le spectre solaire Mem acad de Belg **47** p 3—6 (1885). Banden

[106] J S Stas, Rapport Mem soc spettr Ital **14** p 55—56 (1885) Ueber Voriges.

[107] J M Eder, Ueber die Wirkung verschiedener Farbstoffe auf das Verhalten des Bromsilbers gegen das Sonnenspectrum Wien Ber **94, II** p 75—94 (1886), Beitrage zur Photochemie III p 26—51 Flammenspectrum

[107a] H Deslandres, Spectre du pôle negatif de l'azote Loi generale de repartition des raies dans les spectres de bandes C R **103** p 375—379 (1886) Band von C + H

[107b] J Trowbridge and C C Hutchins, On the existence of carbon in the sun Americ J (3) **34** p 345—348 (1887), Phil Mag (5) **24** p 310—313 (1887)

[108] Ch Fievez, Nouvelles recherches sur le spectre du carbone Bull acad de Belg. (3) **14** p 100—107 (1887) Banden, dazu Rapport von J S Stas

[109] J N Lockyer, Researches on the spectra of meteorites Proc Roy Soc. **43** p 117—156 (1887) Ursprung der Banden

[110] C P Smyth, Micrometrical measures of gaseous spectra under high dispersion (1884). Trans Roy Soc Edinburgh **32, III** p 415—460 (1887) Banden

[110a] G Salet, Traité élementaire de spectroscopie Paris bei Masson 1888, p 180—185.

[111] H Deslandres, Spectres de bandes ultra violets des composes hydrogenés et oxygénés du carbone C R **106** p 842—846 (1888) Banden, Gesetzmassigkeiten

[112] H Deslandres, Spectres des bandes ultra-violets avec une faible dispersion Ann. chim et phys (6) **15** p 5—86 (1888) Banden, Gesetze, Linienspectrum.

[113] H W Vogel, Ueber das Spectrum des Cyans und des Kohlenstoffs Berl Ber 1888 p 523—528

[114] H Kayser und C Runge, Ueber die Spectren der Elemente 2 Abschn Ueber die im galvanischen Lichtbogen auftretenden Bandenspectren der Kohle Abhandl Berl Akad 1889 Messung der Banden, Gesetze

[115] W H Julius, Die Licht- und Warmestrahlung verbrannter Gase Verhandl. d Ver z Beförd d Gewerbefleisses in Deutschland 1889 Arch Neerland **22** p 310—384 (1888) Ultraroth

[116] J M. Eder, Ueber das sichtbare und das ultraviolette Emissionsspectrum schwachleuchtender verbrennender Kohlenwasserstoffe (Swansches Spectrum) und der Oxyhydrogen-

flamme (Wasserdampfspectrum) Denkschr Wien Akad **57** (1890), Beiträge zur Photochemie p 1—31 Bunsenflamme

[117] H Deslandres, Sur les spectres de bandes du carbone dans l'arc électrique, réponse à une note de M M Kayser et Runge J de phys (2) **10** p 276—281 (1891), C R **112** p 661—663 (1891) Gesetzmässigkeit

[118] G D Liveing and J Dewar, On the influence of pressure on the spectra of flames Proc Roy Soc **49** p 217—225 (1891), Astrophys J **11** p 215—223 (1892) Flamme unter Druck

[119] W N Hartley, On relations between the lines of various spectra Phil Mag (5) **31** p 359—363 (1891) Cyanbanden

[120] B W Snow, Ueber das ultrarothe Emissionsspectrum der Alcalien Wiedem Ann **47** p 208—251 (1892) Ultrarothe Banden

[120ᵃ] J M Eder, Ueber das sichtbare und das ultraviolette Emissionsspectrum der Ammoniak-Oxygen-Flamme Denkschr Wien Akad **60** p 1—24 (1893), Beiträge zur Photochemie p 32—43 Flamme

[121] J M Eder und E Valenta, Ueber das Linienspectrum des elementaren Kohlenstoffs im Inductionsfunken und über das ultraviolette Funkenspectrum nasser und trockener Holzkohle Denkschr Wien Akad **60** p 241—256 (1893), Wien Akadem Anzeiger **30** p 21—24 (1893), Beiträge zur Photochemie p 58—74 Linien und Banden

[122] H A Rowland, A new table of standard wave-lengths Astron & Astrophysics **12** p 321—347 (1893) Bogenlinie

[123] W N Hartley, Flame spectra at high temperatures I Oxy-hydrogen blowpipe spectra Proc Roy Soc **54** p 5—7 (1893), Phil Trans **185** A p 161—212 (1894) Flamme

[124] W N Hartley, On variations observed in the spectra of carbon electrodes, and on the influence of one substance on the spectrum of an other Proc Roy Soc **55** p 344—349 (1894) Funke

[125] E P Lewis and E S Ferry, The infra-red spectra of metals Astron & Astrophys **13** p 747—752 (1894) Ultrarothe Banden

[126] H Crew und O H Basquin, Note on the spectrum of carbon Astrophys J **2** p 103—105 (1895) Cyanbanden

[127] H Deslandres, Etude spectrale des charbons du four électrique C R **120** p 1259—1260 (1895) Linienspectrum

[128] J J Thomson, On the electrolysis of gases Proc Roy. Soc **58** p 244—257 (1895)

[129] C Bohn, Ueber Flammen und leuchtende Gase Zs f physik Chem **18** p 219—239 (1895) Flammenspectrum

[130] K Ångström, Ueber eine einfache Methode zur photographischen Darstellung des ultrarothen Spectrums Nova acta reg soc sc Upsal 1895, Physic Rev **3** p 137—141 (1895) Ultraroth

[130ᵃ] W N Hartley, On the spectrum of cyanogen as produced and modified by spark discharges Proc Roy Soc **60** p 216—221 (1896) Cyan

[131] J M Eder, Bemerkungen zu Herrn C Bohn's Abhandlung Ueber Flammen und leuchtende Gase. Zs f. phys Chem **19** p 20—24 (1896) Kritik

[132] A L. Foley, Arc spectra Physic Rev **5** p 129—151 (1897) Kohlebogen

[133] W J Humphreys, Changes in the wave-frequencies of the lines of emission spectra Astrophys. J **6** p 169—232 (1897) Druckverschiebung

[134] F Exner und E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **106**, IIa p 337—356 (1897) Linienspectrum

[134ᵃ] W N Hartley, On the flame spectrum of carbon monoxide. Proc Roy Soc **61** p 217—219 (1897)

[135] A de Gramont, Sur le spectre du carbone C R **125** p 172—175, 238—240 (1897) Linienspectrum

[136] H Rubens und E Aschkinass, Beobachtungen über Absorption und Emission von Wasserdampf und Kohlensäure im ultrarothen Spectrum Wiedem Ann. **64** p 584—601 (1898) Ultraroth

[137] T N Thiele, Resolution into series of the third band of the carbon band-spectrum Astrophys J **8** p 1—27 (1898) Structur der Bandengruppe 5165

[138] A de Gramont, Spectres de dissociation des sels fondus, métalloides carbone, silicium Bull soc chim (3) **19** p 548—550, 551 (1898), Bull soc franç de Mineral 1898 Linienspectrum

[139] J M Eder und E Valenta, Spectralanalyse der Leuchtgasflamme Denkschr Wien Akad **67** (1898), Beitrage zur Photochemie p 345—357

[139a] C Runge, On the spectra of krypton Astrophys J **10** p 73—79 (1899)

[140] H Lehmann, Die ultrarothen Spectren der Alcalien Freiburg i Br 1900 Ultrarothe Banden des Bogens

[141] W N Hartley, On the occurrence of cyanogen compounds in coal-gas, and of the spectrum of cyanogen in that of the oxy-coal-gas flame Proc Roy Dublin Soc (2) **9** p 289—297 (1900)

[142] A Smithells, The spectra of carbon compounds Phil Mag (6) **1** p 476—503 (1901) Ursprung der Spectra

[143] J Trowbridge, The spectra of hydrogen and some of its compounds Americ J (4) **12** p 310—318 (1901) Geisslerrohren

[144] A S King, Some new pecularities in the structure of the cyanogen bands Astrophys J **14** p 323—330 (1901), Ann d Phys **7** p 791—800 (1902) Schwanze der Cyanbanden

[145] J N Collie, On the decomposition of carbon dioxide when submitted to electric discharge at low pressure J chem soc **79** p 1063-1069 (1901) CO_2 im Geissler-Rohr

[146] E C C Baly and H W Syers, The spectrum of cyanogen Phil Mag (6) **2** p 386-391 (1901) Ursprung der Spectra

[147] C Wesendonck, The spectra of carbon monoxide and silicon Nat **64** p 29—30 (1901) CO als Verunreinigung

[148] W. N Hartley, The persistence of the spectrum of carbon monoxide Nat **64** p 54 (1904) Kritik des Vorigen

[149] H Konen, Ein Beitrag zur Kenntniss spectroscopischer Methoden Ann d Phys [4] **9** p 742—780 (1902) Entladungen in Flussigkeiten Ursprung der Banden

[150] A de Gramont, Sur les modifications apportees par la self-induction a quelques spectres de dissociation C R **134** p 1205—1207 (1902) Selbstinduction

[151] H Crew and J C Baker, On the thermal development of the spark spectrum of carbon Astrophys J **16** p 61—72 (1902) Funken durch Bogendampfe

[152] A M Herbert, The effect of the presence of hydrogen on the intensity of the lines of the carbon spectrum. Phil Mag [6] **3** p. 202—207 (1902) Rothe C-Linien

[153] G Berndt, Gasspectra im Magnetfelde Ann d Phys [4] **8** p 625—642 (1902) Zeeman-Effect.

[154] P Lewis, The effect of sodium on the hydrocarbon bands in the spectrum of the bunsen flame Astrophys J **15** p 122—124 (1902) Schwachung der Banden

[155] W. B Huff, The arc spectrum with heavy currents Astrophys. J **16** p 27—30 Kohlebogen

[156] F Exner und E Haschek, Tabellen der Funkenspectra. Wien 1902.

[157] J Loos, Ueber Wellenlangen und Gesetzmassigkeiten in den Hauptbanden des sogen Kohlenoxydbandenspectrums Dissert Bonn 1903, Zs f wiss Photogr I p 151—160 (1903) CO-Spectrum

[158] J Hartmann, The wave-lengths of the silicon lines λ 4128 and λ 4131, and of the carbon line λ 4267 Astrophys J **18** p 65—66 (1903)

[159] H Deslandres, Simplicite des spectres de la lumière cathodique dans les gaz azotes et carbones C R **137** p. 457—463 (1903) Neue Banden

[160] J E Petavel and R S Hutton, Preliminary note on the effect of pressure upon arc spectra Phil Mag (6) **6** p 569—577 (1903) Bogen unter Druck

[161] V Schumann, On the absorption and emission of air and its ingredients for light of wavelengths from 250 $\mu\mu$ to 100 $\mu\mu$ Smithson Contrib **29** Nr 1413 (1903)

[162] O H Hindrichs, Ueber Messungen und Gesetzmassigkeiten in der vierten Kohlebande Dissert Bonn. 1904 C Band 4737

[163] H Heimann, Messung der Wellenlangen rother Linien in einigen Bogenspectren Dissert Tubingen 1904, Ann d Phys [4] **16** p 684—707 (1905) Ultraroth

[164] G D Liveing, On the differences between the spectra at anode and kathode in certain gases, and on the probable reasons for these differences Proc Cambridge Phil Soc **12**, 5 p 337—348 (1904). CO-Spectrum

[165] F Jungbluth, Ueber Gesetzmassigkeiten und Eigenthumlichkeiten in der Structur der dritten Cyanbandengruppe Dissert Bonn 1904, Zs f wiss Photogr **2** p 89—108 (1904) Cyanbande 3883

[166] F Exner u E Haschek, Tabellen der Bogenspectra Wien 1904

[166[a]] H Deslandres, Groupe de bandes négatif de l'air avec une forte dispersion, Variation du spectre avec la pression C R **139** p 1174—1180 (1904) Veranderung der Cyanbande 3883

[167] W W Coblentz, Infra-red emission spectra of vacuum tubes Physic Rev **20** p 122—124, 395—399 (1905) Ultraroth

[168] H Deslandres et d'Azambuja, Variations des spectres du carbone avec la pression, et nouveaux spectres de bandes du carbone C R **140** p 917—920 (1905) Neue Banden

[169] A Hagenbach, Ueber Bandenspectra Festschrift fur Wullner Leipzig bei Teubner 1905 p 128—146 Druck

[170] E R. Drew, The infra-red spectrum of CO_2 and nitrogen Physic Rev **21** p 122—128 (1905) Ultraroth

[171] H Crew and B J Spence, Variation of arc spectra with phase of the current producing them Astrophys J **22** p 199—203 (1905) Verschiedene Phasen des Wechselstrombogens

[172] J Leinen, Die Theorie Thiele's uber die Structur der Banden gepruft an der dritten Kohlebande Dissert Bonn 1905, Zs f wiss Photogr **3** p 137—154 (1905)

[173] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectra Jena 1905

[174] W M Watts and H M Wilkinson, On the „Swan" spectrum Phil Mag (6) **12** p 581—585 (1906) Ursprung der Banden

[175] W W Coblentz, Infra-red emission spectra Physic Rev **22** p. 1—30 (1906) Ultraroth

[176] L Puccianti, Studio elettrico e ottico dell'arco alternativo Nuovo Cim (5) **13** p 269—285 (1907), Physik Zs **8** p 463—471 (1907) Phasen von Wechselstrom

[177] A Bergmann, Beitrage zur Kenntniss der ultrarothen Emissionsspectren der Alcalien Dissert Jena 1907 Zs f wiss Photogr **6** p 113—130, 145—169 (1908) Ultrarother Bogen

[178] W J H Moll, Ondersoek van ultra-roode spectra Dissert Utrecht 1907, Arch Neerland (2) **13** p 100—134 (1908) Ultrarother Bogen

[179] G Gehlhoff, Ueber Kathodengefalle und Spectren einiger zusammengesetzter Gase Dissert Berlin 1907, Ann d Phys (4) **24** p 553—578 (1907) Organische Dampfe.

[180] W W Coblentz, Ultrarothe Emissionsspectren Physik Zs **9** p 60—64 (1908) Bogen

[181] K von Wesendonck, Ueber das Swansche Spectrum Physik Zs **9** p 151—154 (1908) Ursprung der Banden

[182] E E Brooks, The spectrum of magnesium and of so called magnesium hydride, as obtained by spark discharges under reduced pressure Proc Roy Soc A, **80** p 218—228 (1908) C + H-Spectrum

[183] A de Gramont, Sur les raies ultimes des metalloides Tellure, Phosphore, Arsenic Antimoine, Carbone, Silicium, Bore C R **146** p 1260—1263 (1908) Hauptlinie

[184] F Himstedt und H von Dechend, Ueber Spectralanalyse des Glimmlichtes in verschiedenen Gasen Physik Zs **9** p 852—853 (1908) CO und CO_2

[185] Th Lyman, The absorption of some gases for light of very short wave-length Astrophys J **27** p 87—105 (1908) Absorption durch CO_2 und CO

[186] M La Rosa, Umwandlungen des Spectrums des selbsttönenden Lichtbogens Ann d Phys (4) **29** p 249—276 (1909)

[187] J Haverkamp, Das Intensitatsminimum der Cyanbandengruppe λ 3883.558 Dissert. Bonn 1909

Trotz der ausserst umfangreichen Literatur gehoren die spectroscopischen Erscheinungen der Kohle und ihrer Verbindungen noch heute zu denen, welche am wenigsten ubereinstimmend gedeutet werden Von den vielen Bandengruppen, die man aus kohlehaltigen Verbindungen erhalten kann, ist es sehr schwer, wenn nicht unmoglich, zu entscheiden, zu welcher Verbindung sie gehoren Wenn man z B. aus einem Geisslerrohr mit aller denkbaren Muhe den Sauerstoff ausgeschlossen hat, so wird der eine Beobachter annehmen durfen, dass das auftretende Spectrum nicht von einer Sauerstoffverbindung herruhren konne Ein anderer wird aber einwenden konnen, dass es unmoglich sei, den O absolut zu vermeiden, dass die O-Verbindung spectroscopisch besonders empfindlich sei, und dass daher das Spectrum doch einem Oxyd angehoren konne Keinen von beiden Schlussen kann man fur falsch erklaren, oder als richtig erweisen, und so muss es Ansichtssache bleiben, oder besser gesagt, Sache der Erfahrungen, die der einzelne Beobachter auf spectroscopischem Gebiet gesammelt hat, wofur er sich entscheidet

Das Bandenspectrum der Kohle scheint das erste beobachtete discontinuirliche Emissionsspectrum gewesen zu sein Als Wollaston [1] durch Anwendung eines engen Spaltes zum ersten Mal Spuren von Fraunhofer'schen Linien gesehen hatte, betrachtete er auch Kerzenlicht und schreibt „When a very narrow line of the blue light at the lower part of the flame is examined alone, in the same manner, through a prism, the spectrum, instead of appearing a series of lights of different hues contiguous, may be seen divided into 5 images, at a distance from each other The first is broad red, terminated by a bright line of yellow, the second and third are both green, the fourth and fifth are blue" — Dann folgt eine ahnliche Beobachtung von Fraunhofer [2], der ebenfalls die gelbe Doppel-Linie sieht, die mit D der Sonne coincidire, und mehrere sehr helle Linien. Auch Herschel [3] und Wrede [5] sehen das Spectrum, ebenso spater Matthiessen [6]

Der erste, der ein Verbindungsspectrum des C gesehen hat, war Faraday, welcher Talbot [4] das Spectrum der Cyanflamme zeigte, es enthalte drei Streifen im Violett, deren letzter schon jenseits der sichtbaren Grenze des Sonnenspectrums liege Es ist zweifellos, dass es sich um die im Folgenden mit Cy II, III und IV bezeichneten Bandengruppen handelt, die bei 4606, 4216 und 3883 beginnen —

Sehr falsch sind Angaben von Draper [6a] Das Spectrum der Alcoholflamme, der Oelflamme in Luft- und Sauerstoff, des CO in Luft seien continuirlich, das Spectrum des mit Luft oder Sauerstoff verbrennenden Cyan zeige Banden im Roth und zwei im Blau, die in kleinen recht falschen Zeichnungen eingetragen sind Daran knupft Draper abenteuerliche Vorstellungen uber Schichtung in Flammen

Die folgenden Arbeiten von Masson [7,10] und Alter [8,11] haben nichts Brauchbares ergeben Ångstrom [9] benutzt condensirte Funken zwischen Messingelectroden sieht er in CO_2 nur Sauerstofflinien, in Kohlen-

wasserstoffen nur H-Linien, Kohleelectroden geben keine besonderen Linien, also schliesst er, die Kohle erzeuge uberhaupt keine eigenen Linien —

Einen erheblichen Fortschritt liefert erst Swan [12] mit einer Untersuchung der Flammenspectra Er untersucht die Flammen einer grossen Anzahl von Verbindungen der Kohle mit Wasserstoff oder mit Wasserstoff und Sauerstoff, z B Alcohol, Aether, Glycerin, Paraffin, Terpentinol, Wachs, Paraffin, Talg, Leuchtgas u s w, und findet immer das gleiche Spectrum, von welchem er eine Zeichnung und die Messungen der prismatischen Ablenkung giebt Sehen wir von den D-Linien ab — die er als wahrscheinlich dem Na angehorend bezeichnet — so findet er die Gruppen, die im Folgenden C II, III, IV genannt werden, und die er β, γ, δ nennt Bei β sieht er 4 Kanten, bei γ 2, bei δ 4, dass es sich um Banden handelt, hat er indessen nicht erkannt, sondern spricht von Linien Die Zeichnung zeigt noch 2 Linien bei etwa 435 und 431, die er ε und ζ nennt, ob dies die von mir zu C + H gerechneten Banden sind, oder ob auch C V gesehen wird, lasst sich nicht feststellen

Da in allen Fallen Kohle und Wasserstoff vorhanden war, meint Swan, das Spectrum ruhre vom Kohlenwasserstoff her, dies Spectrum hat den Namen Swansches Spectrum dauernd behalten

Ein anderes Spectrum beobachtet zuerst Plucker [13] in einem Geisslerrohr mit CO_2, doch wird hier keine nahere Beschreibung oder gar Messung gegeben. Plucker kommt aber in einer weiteren Arbeit [15] darauf zuruck CO zeige Banden, von denen er einige Kanten ziemlich richtig misst, CO_2 gebe im Anfang auch noch einen dunkelrothen Streifen, der aber bald verschwinde Wasserfreie Essigsaure zeige H-Linien und das CO Spectrum, ebenso Alcohol, Aether und Schwefelkohlenstoff, bei letzterem scheide sich Schwefel aus — Damit ist zum ersten Mal das CO-Spectrum beobachtet — van der Willigen [14] benutzt Funken in Gasen von Atmospharendruck in CO_2 entstehe ein Spectrum, welches dem der Luft sehr ahnlich oder gleich sei, ausserdem ein Lichtmaximum, das sich auch in Flammen finde Funken von Gaskoaks zeigen ihm — im Gegensatz zu Ångstrom — ein besonderes Spectrum, welches mit dem im Wesentlichen identisch sei, welches man von einer Stearinkerze oder Oelflamme erhalte Auch Oeltropfen auf Metallelectroden zeigen dasselbe Spectrum, welches Willigen der Kohle selbst zuschreibt.

Morren [16] meint, das Spectrum des blauen Theils der Flammen, das Swansche Spectrum, ruhre von CO her, bald aber [17] andert er seine Ansicht und behauptet nun, es gehore zu Acetylen Dann findet er [18], dass bei starken Funken zwischen Kohleelectroden sich auch Acetylen bilde, wodurch das Auftreten des Flammenspectrums hier erklart ware

Simmler [19] bringt nichts Neues, beobachtet nur im Flammenspectrum 4 Banden. Dagegen liefert Attfield [20] eine eingehende Untersuchung uber das Swansche Spectrum Er vermuthet, dasselbe ruhre von der Kohle selbst her, dann musse es auch in Flammen vom Oxyd, Sulphid, Nitrid, Hydrid vor-

handen sein und sich bei electrischen Entladungen zeigen. Das bestätige die Erfahrung: Leuchtgas (mit Benzol gesattigt) mit O zeige sie, und zwar sieht er bei C II 6 Kanten, bei C III deren 5, bei C IV deren 5, bei der violetten Bande 2 Kanten, und davor noch einige Linien. Cyan mit O verbrannt zeige dieselben Banden, daneben noch N (dies ist falsch, er hat die Cyanbanden gesehen). Auch Cyan und olbildendes Gas im Geisslerrohr geben im langwelligen Theil dasselbe Spectrum. Die Flammen von CO und CS_2 zeigen nur ein continuirliches Spectrum, im Geisslerrohr aber wieder das Swansche Spectrum. Dies musse also dem C selbst eigenthumlich sein, und dies Spectrum sei das einzige, welches alle Kohleverbindungen geben, da sie sammtlich dissociirt wurden, und dabei immer nur das Spectrum der Kohle selbst auftrete.

Miller [21] photographirt die Spectra in Funken durch viele Gase: er findet in CO, CO_2, Kohlenwasserstoffen und Cyan immer das gleiche Spectrum. Huggins [23] untersucht bei seinen bekannten Messungen der Elementenspectra auch das Linienspectrum der Kohle, indem er condensirte Funken durch Kohlensaure gehen lasst. Er sieht mehrere Linien, giebt aber nur an, am characteristischsten sei eine rothe Linie mit etwas grosserer Wellenlange, als Hα. Freilich verschwinde diese Linie beim Funken von Kohle im Wasserstoff. Auch Mitscherlich [24] macht einige Versuche, er sagt: „Das Cyanspectrum ist bereits bekannt, jedoch nicht ganz rein, man hat die Linien des Kohlenstoffspectrums, die durch die Zersetzung des Cyans bei der Verbrennung im Sauerstoff entstehen, zum Cyanspectrum gerechnet.“ „Interessant ist die Zerlegung und Bildung des Cyans bei hoher Temperatur, welche man durch die Spectra leicht verfolgen kann. Lasst man namlich in Cyangas die electrische Entladung vor sich gehen, so wird das Cyan, indem sich ganz dichte Kohle in eigenthümlichen Curven absondert, zerlegt, setzt man aber viel Kohlenoxydgas hinzu, so bleibt es unzersetzt. Lasst man kurze Zeit durch Luft, die einen Kohlenwasserstoff enthalt, den electrischen Funken schlagen, so bildet sich Cyan. Es wird also bei derselben Temperatur diese Verbindung zerstort und gebildet.“ Mitscherlich giebt Zeichnungen der Cyanbanden und der C-Banden; letztere ist ziemlich richtig, erstere zeigt zahlreiche nach Roth abschattirte Banden im Roth, Gelb und Grun und die eigentlichen Cyanbanden Cy II, Cy III, Cy IV.

Sehr eingehend beschaftigt sich ferner Dibbits [22] mit den Bandenspectren. CO verbrannt in Luft, O oder Stickstoffoxydul liefert nur ein continuirliches Spectrum. Verbindungen von C und H, — er untersucht ausser den von Swan benutzten Stoffen noch Benzoesaure und Zimmtsaure — liefern stets das Swansche Spectrum. Cyan wird in Luft, Sauerstoff, Stickstoffoxydul verbrannt und die Spectra werden beschrieben. Das Spectrum mit Sauerstoff ist im Roth, Gelb und Grun mit nach Roth abschattirten Banden erfullt, die mit den Mitscherlichschen, — soweit Umrechungen in Wellenlangen sich durchfuhren lassen, — ziemlich gut ubereinstimmen; ferner zeigt es C III, C IV, C V, Cy II, Cy III, Cy IV, C + H (?) und sonstige unbekannte Banden.

Die Spectra mit Luft und Stickstoffoxydul zeigen einige Unterschiede, die beschrieben werden. Dibbits schreibt das Swansche Spectrum der Kohle selbst zu, die andern Banden dem Cyan. Das Buch enthält recht gute Abbildungen.

Crookes [25] bemerkt bei Besprechung der Arbeiten von Attfield und Morren, er begreife nicht, wo in Flammen C-Dampf herkommen solle, der das C-Spectrum emittiren könne, er bestreitet somit die Zugehörigkeit des Swanschen Spectrums zu C, Attfield [26] antwortet kurz und ungenügend.

In ihrer bekannten fundamentalen Abhandlung über mehrfache Spectra aus dem Jahre 1865 untersuchen auch Plücker und Hittorf [27] die Kohlenstoffspectra. Zuerst wird die Flamme untersucht, die entsteht, wenn man aus zwei Brennern eine Cyan- und eine O-Flamme sich treffen lässt. Der Abhandlung ist eine schöne Abbildung beigefugt, aus welcher man einigermaassen die Wellenlängen entnehmen kann, danach zeigt das Spectrum C I, C II, C III, C IV, Cy II und Cy III. Es zeigen sich ferner im Roth einige Banden, welche umgekehrt wie die übrigen nach Roth abschattirt sind, und ferner zwischen C IV und Cy II eine Gruppe, welche vermuthlich aus C V und C + H besteht, es wird auf die besondere Structur dieses Theils ausdrücklich aufmerksam gemacht. — Wenn Cy mit Luft verbrannt wird, so treten die rothen Banden stärker auf, die C-Banden verschwinden fast vollständig.

Ferner brennen sie ölbildendes Gas mit Sauerstoff oder Luft. Dabei treten nur die C-Banden auf, keine Spur der Cyanbanden, aber nach der Beschreibung wird die Gruppe von C + H erheblich deutlicher. Dies Spectrum betrachten sie als das der Kohle.

Dann werden Geisslerröhren benutzt. CO zeigt ohne Flasche das reine Kohlespectrum, mit Flasche auch das O-Spectrum. Wenn die Entladung sehr stark ist, tritt das CO-Spectrum auf, welches sich übrigens, — wie die Zeichnung erweist, — bei CO immer über das Swansche Spectrum lagert. CO_2 giebt dieselben Erscheinungen. — Ferner werden noch C_2H_4, C_4H_4, C_2H_3, C_4H_2 untersucht, die alle mehr oder weniger vollständig das C-Spectrum, d. h. das Swansche Spectrum zeigen. Endlich beobachten sie Funken zwischen Kohleelectroden in Wasserstoff: sie sehen die Gruppen C I bis C IV.

Plücker und Hittorf unterscheiden im Ganzen vier Erscheinungen: die Cy-Banden, die C-Banden, die CO-Banden, die Banden von C + H. Aber sie meinen, alle rührten von C selbst her, entsprächen nur verschiedener Temperatur.

Morren hatte früher [16] gemeint, die Banden, welche man im blauen Theil der Flammen sehe, also das Swansche Spectrum, gehörten zu C + H oder bestimmter ausgedrückt zu Acetylen. Aber er ist jetzt zweifelhaft geworden, denn Kohlenwasserstoffe in Geisslerröhren zeigten ein anderes Spectrum, und andererseits geben alle kohlehaltigen Substanzen das Swansche Spectrum. Da lernt er die Arbeit von Attfield kennen und wiederholt dessen Versuche. Cy mit O verbrennend zeigt ihm die C-Banden, schwach die

von Cy, nichts von N-Banden. Durch Funken in strömendem Cy wird das Gas zersetzt, und man sieht das reine Swansche Spectrum. Dasselbe Spectrum erhält er durch Funken in Acetylen oder in CS_2-Dampf. Funken in CO zersetzen das Gas, geben dann das Spectrum von CO_2, aber gelegentlich blitzt auch das C-Spectrum auf. Er giebt Beschreibung und Zeichnung der Spectra ohne die Möglichkeit der Reduction auf Wellenlängen. Sehr entschieden behauptet er jetzt, die Swanschen Banden gehören zu C, daneben existiren besondere Spectra von Cy und CO_2.

Die weitere Untersuchung knüpft an die Erscheinungen des Bessemerprocesses an, bei welchem bekanntlich Luft in das geschmolzene Eisen eingeblasen wird, wobei C und Mn und andere Verunreinigungen durch Oxydation beseitigt werden. Roscoe[1]) hatte zuerst die dabei auftretende Flamme spectroscopisch untersucht und geäussert, man sehe in Absorption die Banden von CO. Dann veröffentlicht Lielegg [23,33] einige Beobachtungen, in denen er ohne weitere Begründung annimmt, das Spectrum gehöre zu CO. Dagegen tritt nun Watts [31] auf: erstlich habe schon Roscoe dies Spectrum dem CO zugeschrieben, — es wird die Notiz von Roscoe abgedruckt, — und weiter zeige ein Vergleich mit einem CO-Geisslerrohr und mit der Knallgasflamme, in welcher ölbildendes Gas verbrennt, wenig Aehnlichkeit mit dem Bessemerspectrum. Trotzdem hält auch Watts dies für ein C-Spectrum, es sei ein neues drittes C-Spectrum.

Lielegg selbst untersucht nun [34] die Kohlespectra: er giebt eine Zeichnung der Flamme von Leuchtgas und Sauerstoff, das Swansche Spectrum, in dem auch die C + H-Gruppe deutlich hervortritt. Er beschreibt ferner die Flamme von Elayl mit Sauerstoff. Er kennt besondere Spectra von Cy und CO, in Geisslerröhren trete immer Zersetzung ein, man erhalte nur das C-Spectrum.

Watts folgt nun mit einer ganzen Reihe von Abhandlungen, die nicht alle glücklich sind. In der ersten [35] meint er, es gebe vier verschiedene Spectra des Kohlenstoffes. Als erstes bezeichnet er das, welches ölbildendes Gas mit O verbrannt zeige. Es enthält nach seiner Zeichnung die Banden C I bis C V und die Gruppe C + H, also das volle reine Swansche Spectrum. Jede Kohlenwasserstoffflamme gebe dies Spectrum; dass es der Kohle selbst angehöre, werde dadurch bewiesen, dass auch Verbindungen von C mit N, O, S, Cl das gleiche Spectrum geben. Er bespricht dann sehr eingehend die Erscheinungen, welche Cy darbietet beim Verbrennen mit O oder Luft, mit Funken, im Geisslerrohr; er zeichnet auch die Banden Cy III und Cy IV, aber er erkennt nicht, wie es Plücker und Hittorf gethan hatten, dass er ein Gemisch zweier Spectra, des C-Spectrums und des Cy-Spectrums, vor sich

1) E. Roscoe, On the spectrum produced by the flame evolved in the manufacture of cast steel by the Bessemer process. Phil. Mag. (4) **25**. p. 318—319 (1863). Vergleiche hierzu diesen Band p. 28ff.

hat, sondern hält es für ein Spectrum, welches je nach der Temperatur etwas verschieden sei. —

Als zweites Spectrum bezeichnet er das Spectrum des CO, welches er ziemlich richtig herausfindet, obgleich seine recht unreinen Beobachtungen stets z. B. auch die Cy-Banden ergeben. Das Spectrum erscheint nicht in Flammen, nur in electrisch erregten Gasen. Er beschreibt ausführlich die beobachteten Spectra bei verschiedenen Drucken mit und ohne Leidener Flasche, in Geisslerröhren u. s. w. Auch von Kohlenwasserstoffen erhält er die CO-Banden neben denen des C und des Cy. Aus allem schliesst er, dies Spectrum gehöre auch zu C selbst, wie ja auch Plücker und Hittorf es der Kohle selbst zuschreiben, nachdem Plücker es früher dem CO zugeordnet hatte.

Als drittes C-Spectrum giebt Watts das Bessemerspectrum an. Endlich wird als viertes Spectrum ein Linienspectrum der Kohle gefunden, wenn condensirte Funken durch CO oder CO_2 gehen. Die Zeichnung zeigt neben den C-Linien noch solche von H und N, Banden von C und anderes, dessen Ursprung nicht festzustellen ist. Dasselbe Spectrum wird auch durch condensirte Funken in Kohlenwasserstoffen und in Cyan erzeugt, und daher für ein Spectrum der Kohle gehalten, obwohl Watts dessen nicht ganz so sicher ist, wie bei den andern Spectren.

In der Abhandlung folgen dann lange Auseinandersetzungen über die Temperaturen, die in den verschiedenen Fällen auftreten. Die verschiedenen Spectra sollen verschiedenen Temperaturen entsprechen, z. B. C II bis C IV Temperaturen zwischen 1600 und 2500°, während die Cy-Banden höherer Temperatur angehören. Das Linienspectrum entspreche der höchsten Temperatur, etwa 10000°, während das Bessemerspectrum bei 1000° bis 1500° entstehe.

Die folgende Abhandlung von Watts [38] bringt nichts Neues, sie bespricht wieder den Zusammenhang zwischen Spectrum und Temperatur. Dann [39] folgen einige Bemerkungen über das Bessemerspectrum, und [40] eine Wiederholung des Früheren, ebenso in [44].

Inzwischen hatte Berthelot[1]) gefunden, dass der Funke in Kohlenstoffverbindungen Acetylen erzeuge. Er und Richard [36] untersuchen nun das Spectrum von Gemischen aus Wasserstoff und Acetylen. Bei Druck von einigen Millimetern erhalten sie das Spectrum, welches Plücker und Hittorf gezeichnet haben. Daneben sehen sie aber in Gelb und Grün Neues: „une multitude de bandes étroites et brillantes, équidistantes ou à peu près, séparees par de raies fines noires. Le tout offre l'aspect d'une serie de cannelures délicates et extrêmement resserrees.“ Diese Banden erklären sie für das Spectrum von Acetylen. — Nun hatten Plücker und Hittorf neben dem gewöhnlichen Spectrum des Wasserstoffs noch ein zweites, aus zahlreichen schwachen Linien im Roth, Gelb, Grün bestehendes aufgefunden, und dasselbe

1) Vergleiche dazu die Angaben bei Wasserstoff.

hatte dann Wüllner als Wasserstoffspectrum beschrieben. Ångström [48] wiederholt diese Versuche, findet das Spectrum, sagt, es sei identisch mit dem von Berthelot und Richard beschriebenen, und nichts hindere, anzunehmen, dass es wirklich von Acetylen herrühre. — Obgleich ich nicht weiss, was Berthelot und Richard anderes hätten beobachten können, und obgleich später immer angenommen worden ist, sie hätten wirklich das zweite Wasserstoffspectrum gemeint, so begreife ich nicht, wie sie es so deutlich als cannelirtes Bandenspectrum haben beschreiben können, womit das zweite Wasserstoffspectrum, ein reines Linienspectrum, keinerlei Aehnlichkeit hat.

Huggins [37], der fand, dass Kometen das Swansche Spectrum geben, erklärt es für ein C-Spectrum, da es sowohl in Kohlenwasserstoffen, als in Cyan, CO und CO_2 auftrete. — Villari [41] lässt Funken durch Gase gehen, in welchen der Druck bis auf 7 Atm. gesteigert wird, das Spectrum strebe einem continuirlichen zu.

Snelus [42] untersucht chemisch die Zusammensetzung der Gase über dem Bessemerconverter, gleichzeitig die Spectra. Er findet, dass reichlich CO_2, später CO auftrete, und schliesst daraus auf die Zugehörigkeit des Bessemerspectrums zu diesen Gasen. Dagegen protestirt Williams [43]: Diese Gase erscheinen nur als Endproducte der Verbrennung von C + H, das beweise das Spectrum, welches viel ähnlicher dem der Kohlenwasserstoffe, als dem des C (er nennt so das Spectrum von CO) sei.

Watts [45] bestimmt die Wellenlängen seiner Kohlespectra I, II und IV. — Smyth [46] stellt ein Acetylenspectrum her, er bestreitet die Möglichkeit, ein Spectrum der Kohle zu erzeugen, da Kohle nicht verdampft werden könne. Also sei das Swansche Spectrum ein Acetylenspectrum. Ferner polemisirt er lebhaft gegen Huggins, der neben das Spectrum des Komet Winnecke (1868 II) das Spectrum des Funkens in Olivenöl und in ölbildendem Gas gezeichnet hatte [1]). Die Spectra seien ganz unvollständig, entsprächen nicht seinem Spectrum. Ferner giebt er von Swan stammende Messungen der Kanten. Seine Angaben stellen übrigens das Swansche Spectrum und die C + H-Gruppe recht richtig dar.

Vollkommen verkehrte Bemerkungen von Troost und Hautefeuille [47] seien nur erwähnt.

Nun tritt auch Wüllner [49] mit einer Arbeit über Kohlenstoffspectra hervor, mit der wenig anzufangen ist. Wüllner hatte früher O und H untersucht und bei beiden Gasen eine ganze Anzahl verschiedener Spectra gefunden. Jetzt merkt er, dass es sich wenigstens bei O um Verunreinigungen handle, und untersucht das Spectrum von CO_2, CO, Aethylen, CH_4, Cy. Er beschreibt die Spectra, giebt die Lage von Kanten und Linien durch die Winkel minimaler Ablenkung an. Da er aber daneben nur für $H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$ die Ablenkung

---

1) W. Huggins, Phil. Trans. **158**, II. p. 529–564 (1868). Die Zeichnungen sind in der That unvollständig, sie geben nur C II, C III, Cy II.

mittheilt, so ist es nicht möglich, seine Angaben genügend auf Wellenlängen zu reduciren. Für Kohlensäure findet er, dass je nach Druck und Entladungsart zwei verschiedene Bandenspectra, zwei verschiedene Linienspectra, bei hohem Druck ein continuirliches Spectrum möglich sei. Soweit ein Urtheil möglich ist, hat er variable Gemische von C-Banden, CO-Banden, Cy-Banden und Verunreinigungen, namentlich Chlor, beobachtet. — CO zeige dasselbe wie CO_2. In Aethylen sieht er ausser dem Vorigen noch einige Linien, der rothe und gelbe Theil des Spectrums sei das zweite Wasserstoffspectrum. Ganz dasselbe gilt von CH_4. — In Cyan sieht er auch Kohlebanden, namentlich die grüne (C II), dagegen seien die Banden in Roth und Gelb von denen des Stickstoffs nicht zu unterscheiden, und im Violett habe das Spectrum „wesentlich den Character des Stickstoffspectrums". — Wie man sieht, sind diese Angaben theils oberflächlich, theils falsch, und es lohnt sich nicht weiter auf die Arbeit einzugehen.

Secchi [50] betrachtet zum ersten Male das Spectrum des Kohlebogens, beschreibt es und giebt eine kleine Zeichnung, nach ihr hat er die Banden C II, C III, C IV, Cy I, Cy II gesehen. Er bemerkt auch schon, dass an beiden Electroden das Spectrum etwas verschieden sei. — Benevides [52] brennt wieder einmal Gase unter Druck, findet das gewöhnliche Spectrum. Salet [51] misst das Swansche Spectrum, welches er der Kohle selbst zuspricht. Inzwischen hatte zuerst Lichtenfels angegeben, das Bessemerspectrum sei ein Spectrum des Mn. Watts [53] erkennt das an, wenn er auch behauptet, es sei das Manganoxydspectrum. — Nachdem dann Watts [54] die Wellenlängen der Banden C II, C III, C IV genauer zu bestimmen gesucht hat mit Rücksicht auf ihr Auftreten in den Kometen, wobei er von neuem das Spectrum für die Kohle reclamirt, wohl im Gegensatz zu Smyth, lässt er nun auch sein zweites Spectrum fallen, es gehöre nicht zu C, sondern zu CO. Dazu führt ihn die Beobachtung, dass es in Geisslerröhren mit ölbildendem Gas nicht erscheint, sobald sehr sorgfältig aller Sauerstoff fern gehalten wird. Sobald man aber etwas O zulässt, tritt es auf. Es gebe also nur ein einziges Bandenspectrum der Kohle. Nicht zu übersehen ist aber, dass Watts die Cyanbanden noch zu diesem Spectrum rechnet.

Nun bricht Smyth [56] los, dass seine Abhandlung [46] von 1871 nicht berücksichtigt worden sei. Das Bandenspectrum gehöre nicht zu Kohle, sondern zu Acetylen. Als Beweis führt er an, nur glühende Dämpfe zeigten ein Spectrum, es sei aber unmöglich Kohle zu verdampfen, worauf schon Crookes [25] 1864 hingewiesen habe. Ferner handle es sich um ein Bandenspectrum, und Lockyer habe bewiesen, dass diese nur von Verbindungen kommen. Auch Huggins und Attfield, der die Hauptschuld an der falschen Ansicht trage, werden heftig angegriffen.

Watts [57] antwortet darauf, die Kohlenwasserstoffe würden dissociirt, dabei sei der Kohlenstoff eine Zeit lang frei und könne emittiren, von Kohledampf im gewöhnlichen Sinne könne man freilich dabei nicht sprechen. Wenn

das Spectrum von Acetylen herkomme, wie sollte es in absolut trockenem Cyan erscheinen? Auch Attfield [58] giebt eine ahnliche Antwort

Inzwischen hat auch Lecoq [55] in seinem bekannten Buche eine schone Zeichnung des Flammenspectrums gegeben, welches er fur ein Spectrum der Kohle halt.

Es folgt nun eine Arbeit von Ångstrom und Thalén [60][1]), welche einen erheblichen Einfluss fur lange Zeit ausgeubt hat. Es werden hier die Spectra von C und N und ihrer Verbindungen untersucht Ångstrom hatte bekanntlich schon vorher wiederholt die Moglichkeit bestritten, dass ein Element zwei verschiedene Spectra geben konne, hier wird diese Ansicht zwar etwas eingeschrankt, aber im Wesentlichen aufrecht erhalten — Nach einer kurzen Besprechung der alteren Arbeiten nehmen die Autoren an, es gebe ein Spectrum der Kohle, und zwar ein Linienspectrum, welches sie zum ersten Mal messen Daneben drei Verbindungsspectra C + H, C + N, C + O. — Lasse man den Funken zwischen Kohlestaben ubergehen, so zeige er das Linienspectrum Die Aureole aber gebe verschiedene Spectra je nach dem umgebenden Gase in H das Swansche Spectrum, in N das Cyanspectrum, in O das CO-Spectrum Es sei daher als erwiesen zu erachten, dass die Spectra den betreffenden Verbindungen angehoren, umso mehr, als alle Kohlenwasserstoffe das Swansche Spectrum geben, und als Berthelot nachgewiesen habe dass immer Acetylen entstehe Wenn das Swansche Spectrum auch sonst, in CO oder Cy beobachtet sei, so liege das an der Unmoglichkeit, die Gase vollkommen zu trocknen — Die Annahme, das Swansche Spectrum gehore zur Kohle, glauben sie auch aus dem Grunde ablehnen zu mussen, weil condensirte Funken durch Kohlenwasserstoffe neben den Swanschen Banden auch das Linienspectrum der Kohle und des Wasserstoffs zeigten. — Ångstrom und Thalén scheinen es danach fur unmoglich zu halten, dass gleichzeitig Banden- und Linienspectrum sichtbar sei, was, wie wir heute wissen, sehr oft eintritt — Sie halten es fur moglich, dass CO_2 ein von CO abweichendes Spectrum geben konne, und verweisen dafur auf die Beobachtungen von Plucker.

Die schonen Zeichnungen zeigen fur den Kohlenwasserstoff die Bandengruppen C I, C II, C III, C IV, und wohl eine Andeutung der C + H-Gruppe (nach meiner Bezeichnung) Das CO-Spectrum ist einwandsfrei Die Messungen zeigen die bekannte fur die damalige Zeit vortreffliche Genauigkeit

Ich glaube, dass die grosse vollkommen berechtigte Bedeutung, die man damals den Ansichten Ångstrom's auf spectroscopischem Gebiet beilegte, die Ursache geworden ist, dass bis heute das Swansche Spectrum von Vielen als Kohlenwasserstoffspectrum oder Acetylenspectrum bezeichnet wird, obgleich nach meiner Meinung die Unhaltbarkeit dieser Annahme bewiesen ist. Jedenfalls fehlen in den nachsten Jahren Untersuchungen uber den Ursprung der Banden.

1) Schon fruher hatte Thalén [29] eine recht brauchbare Zeichnung des CO-Spectrums und des Swanschen Spectrums geliefert

In Greenwich [59] werden Messungen an verschiedenen kohlenstoffhaltigen Gasen gemacht, die aber höchst ungenau sind. Herschel [61] sieht zum ersten Mal eine weitere Cyanbande bei 359 $\mu\mu$. Schuster [61a] bespricht den Ursprung der verschiedenen Spectra, meint, in CO und CO_2 könne ein einfacher gebautes C-Molecel vorhanden sein, als in Kohlenwasserstoffen. Lockyer [62] entdeckt, dass sich im Sonnenspectrum eine Kohlebande findet. Es handelt sich dabei um die Cyanbanden 3883, welche Lockyer für Kohle erklärt, da er sie auch in einem Bogen erhalten habe, der in Chlor brannte. Lengyel [63] behauptet, dass zweite Wasserstoffspectrum sei ein Kohlenwasserstoffspectrum.

Mit neuen Hypothesen tritt zuerst wieder Smyth [65,66] auf: er untersucht eine ganze Anzahl käuflicher Geisslerröhren, die mit Cy, CO_2, CO, Alcohol, ölbildendem Gas u. s. w. gefüllt sind, findet stets die CO-Banden, dagegen die Swanschen Banden nicht in CO und Cy, sondern nur in Kohlenwasserstoffen. Daher behauptet er, das CO-Spectrum sei das eigentliche Kohlebandenspectrum, das Swansche gehöre zu Kohlenwasserstoff.

Dann beginnt eine neue Epoche durch die vortrefflichen Untersuchungen von Liveing und Dewar. Die erste Angabe macht Dewar [64], er untersucht, welche Gase im Kohlebogen gebildet werden, findet Schwefelwasserstoff, Acetylen und Cyanwasserstoff, die am positiven Pol entstehen.

Liveing und Dewar [67] gehen vom Standpunkte von Ångström und Thalén aus, sie untersuchen zunächst den Kohlebogen in Luft, CO_2, H, N, Cl, CO, und anderen Gasen. In Luft sehen sie die C- und die Cy-Banden, in CO_2 verschwinden letztere vollkommen, erstere werden stärker; in Wasserstoff treten neben den breiten H-Linien zeitweise die C-Banden auf, sie sind aber im Allgemeinen durch continuirlichen Grund verdeckt. In N werden die Cy-Banden brilliant, die C-Banden bleiben bestehen. In Cl verschwinden die Cy-Banden, die C-Banden bleiben, aber werden durch continuirliches Spectrum zeitweise verdeckt. In CO sind auch nur die C-Banden vorhanden, keine Spur von CO-Banden. In NO_2 und NH_3 treten die Cy-Banden gut auf, schlechter die C-Banden.

Dann werden Flammen untersucht. Cyan und Cyanwasserstoff in Luft verbrannt geben die Cyanbanden sehr stark, von der grünen C-Bande nur eine Spur, die umgekehrt abschattirten Banden im Roth gut. H mit CS_2 zeigte die C-Banden nicht, ebensowenig H + CO, in H + CCl_4 und in CO + CCl_4 treten sie sehr schwach auf, dagegen sind sie in H mit Chloroform gut, in CO mit Chloroform schwächer sichtbar. Die Autoren schliessen, dass Ångstrom und Thalen Recht haben. Namentlich die Zugehörigkeit der Cy-Banden zu C + N scheine sicher; wenn sie auch auftreten, wo kein N zugefügt ist, beruhe das auf Verunreinigungen.

Lockyer [69, 72] bestreitet die Richtigkeit dieses Schlusses; er füllt ein Geisslerrohr möglichst sorgfältig mit CCl, findet darin die C-Banden und eine Cy-Bande und behauptet, beide rührten von C her. Er sieht dann auch die

Linie der Kohle bei 4266, und sagt, das Kohleatom werde je nach der Temperatur verschieden dissociirt, und gebe danach verschiedene Spectren. Der niedrigsten Temperatur entspreche das Band 4216—4152 (welches Lockyer als Glied des Swanschen Spectrums rechnet, während es eine Cy-Bande ist), höherer Temperatur 3883 (auch Cy), der höchsten die Linie 4266.

Nachdem Liveing und Dewar auf die erste der Lockyerschen Noten kurz geantwortet haben [70], setzen sie ihre eigenen Untersuchungen fort [71]. Die Cyanflamme giebt ein Spectrum, dessen Zeichnung die Banden Cy II, Cy III, Cy IV, Cy V zeigt, daneben noch C V und ein Band bei 336, über das an anderer Stelle zu sprechen sein wird. Dies Spectrum bleibt unverändert bei den verschiedensten Temperaturen, die man in verbrennendem Cy herstellen kann. Brennende Kohlenwasserstoffe zeigen diese Banden niemals. Dann finden Liveing und Dewar, dass in reinem CCl_4 und CCl_3 keine Spur von Cy-Banden nachzuweisen sind, dass sie aber erscheinen, wenn man $^1/_{600}$ des Volumens N zufügt. Ebensowenig sind die Cy-Banden in Geisslerröhren mit CS_2, Benzol oder Naphthalin sichtbar. Da Watts bei Versuchen mit Funken in CO bei Atmosphärendruck die Cy-Banden fand, wiederholen sie diese Versuche, keine Spur tritt auf, wenn alle Luft oder N beseitigt ist, aber die kleinste Spur von N lässt sie erscheinen. Weitere Versuche mit Funken zwischen Kohleelectroden bestärken die Resultate.

Wenn so bei diesen Versuchen die Cy-Banden zum Verschwinden gebracht wurden durch Ausschluss des N, so waren die C-Banden immer vorhanden, z. B. auch in CCl_4. Aber das spricht nach Liveing und Dewar nicht gegen ihren Ursprung von einem Kohlenwasserstoff, sondern nur für die Unmöglichkeit, die Feuchtigkeit vollkommen zu beseitigen. In der That finden sie in solchen Fällen, dass durch den condensirten Funken die Wasserstofflinien auftreten. — Durch die Arbeit scheint sicher bewiesen, dass die genannten Banden zu Cy gehören.

Ich will hier gleich die weiteren Arbeiten von Liveing und Dewar anfügen. Zunächst [93] messen sie mit Gitter das ultraviolette Linienspectrum, in welchem freilich, wie später gefunden wurde, auch fremde Linien aufgeführt werden. Ferner [92] finden sie, dass die Cyanbanden sich umkehren lassen. Dann [94] verwenden sie einen Bogen, der in einem Magnesiablock brennt: die Cyanbanden werden stark, wenn NH_3 eingeleitet wird. Abermals [95] wird ausführlich auf die Cyanbanden eingegangen, als welche aber ausser den wahren Cyanbanden auch noch die Gruppe C V bei 4381 gerechnet wird. Es zeigt sich von neuem, dass die Cy-Banden immer nur auftreten, wenn N zugegen ist, mag es sich um Bogen, Flammen oder Funken handeln. Ein Wechselstrombogen in Wasser giebt nie Cyanbanden, auch wenn z. B. NH_3 zugesetzt wird. In Glycerin zeigt der Bogen sie auch nicht, wird aber Nitrobenzol zugesetzt, so erscheint 4381, so dass dies, sagen die Autoren, unter Umständen die empfindlichste der Cyanbandengruppen ist. Ferner wird hier besprochen, dass im Bogen ultraviolette C-Linien auftreten, die im Funken auch

gefunden sind, dass eine solche auch in der Cy-O-Flamme auftritt, damit sei aber die Gegenwart von C-Dämpfen erwiesen.

Von besonderer Wichtigkeit ist endlich die letzte Abhandlung [96], hier wird erstlich erkannt, dass die Gruppe bei 4381 nicht zu Cyan gehört, und zweitens finden Liveing und Dewar durch zahlreiche Versuche mit Geisslerröhren und Flammen, dass das Swansche Spectrum auch auftritt, wenn der Wasserstoff soweit wie möglich beseitigt ist, man z. B. nicht mehr im Stande ist, die Wasserstofflinien zu erhalten. Die Autoren kommen somit nach mehrjähriger eingehender Beschäftigung mit den Spectren der Kohleverbindungen zu dem Schluss, dass das Swansche Spectrum der Kohle selbst zuzuschreiben sei, nicht einem Kohlenwasserstoff.

In den zwei Jahren, über welche sich diese Arbeiten von Liveing und Dewar erstrecken, sind noch eine ganze Anzahl anderer Untersuchungen erschienen, deren Besprechung ich nun nachholen will. Zunächst waren zwei Arbeiten von Ciamician [66a, 74] zu erwähnen. Er behandelt hier die verschiedenen Spectra, welche Kohlenstoffverbindungen geben können, und meint, dass es neben dem Linienspectrum der Kohle auch ein Bandenspectrum gebe, das Swansche Spectrum, von dem er auch eine leidlich richtige Zeichnung mit den 5 Gruppen giebt. Daneben unterscheidet er noch Spectra des Cyan, des CO und des Acetylen, von denen ebenfalls Zeichnungen gegeben werden. Beim Cyan sieht man die Banden im Roth und die Gruppen Cy II, Cy III, Cy IV; auch das CO-Spectrum zeigt die wesentlichen Gruppen. Die Zeichnung des Acetylenspectrums sieht so aus, als ob es ein Bandenspectrum mit einigen Linien wäre. Im Text steht, dass es aus vielen feinen Linien, namentlich im Roth und Gelb bestehe, es sei das Spectrum, welches Berthelot und Richard [36] zuerst als Acetylenspectrum erkannt hatten, nachdem Wüllner es früher als Wasserstoffspectrum beschrieben habe. Wir haben also eine schlechte Zeichnung dieses Wasserstoffspectrums vor uns. Es soll nach Ciamician immer auftreten, wenn man in Geisslerröhren Kohlenwasserstoff unter sehr geringem Druck habe. Es soll auch entstehen, wenn man zwischen Kohleelectroden den Funken in Wasserstoffatmosphäre übergehen lasse, dann zeige die Aureole dies Spectrum (nach Ångström und Thalén entsteht dabei das Swansche Spectrum, welches ja nach ihrer Meinung zu C + H gehört). Betrachtungen Ciamician's über Aehnlichkeiten unter diesen Spectren, Homologieen, übergehe ich als falsch.

Bei Gelegenheit einer Untersuchung über die Spectra der Kometen bespricht Hasselberg [77] die bisherigen Annahmen über den Ursprung der verschiedenen Spectra, ohne eigene Versuche zu machen, zieht er den Schluss, dass Ångström und Thalén in allen Punkten Recht haben, dass also das Swansche Spectrum zu Acetylen gehöre. Zu erwähnen wäre noch, dass Hasselberg das Swansche Spectrum misst und auf die Bandengruppe, welche ich als C + H bezeichne, aufmerksam macht, auch eine Zeichnung von ihr giebt.

Schuster und Roscoe [76] verbrennen in einem Geisslerrohr, welches sorgfältig mit reinem trockenen O gefüllt ist, mit Hilfe einer electrisch glühenden Platinspirale Graphit oder Diamant; in beiden Fällen erscheint das reine CO-Spectrum. Mit Leidener Flasche treten auch Sauerstofflinien auf.

Gegen das anfängliche Resultat von Liveing und Dewar, dass das Swansche Spectrum von Acetylen stamme, wendet sich Watts [79]. Er sucht nachzuweisen, dass das Spectrum in vollkommen trockenem Cyan (bei Atmosphärendruck) sichtbar sei. In den folgenden Notizen (81, 82, 84) wendet Liveing immer die Unmöglichkeit, Gase vollkommen zu reinigen, ein, worauf Watts erwidert, dann hätten wir das unglaubliche Resultat, dass Spuren von N in C + H das Cyanspectrum erscheinen lassen, Spuren von H in Cy nur das (C + H)-Spectrum. Da bei dieser Debatte auch wieder die Existenz von Kohledampf erwähnt wird, bemerkt ein Anonymus R (83), Despretz[1]) habe längst bewiesen, dass Kohle bei starken Strömen im Bogen schmelzen und verdampfen könne. Dass diese Angabe falsch ist, hat später unter anderen Moissan[2]) hervorgehoben.

Thollon [86] veröffentlicht im Anschluss an Kometenbesprechung recht mangelhafte Messungen der Banden im Kohlebogen. Crookes [85] untersucht den Einfluss des Druckes in Röhren mit CO_2 und CO.

In einer eigenthümlichen Arbeit, in welcher die Kanten der Banden als Linien beschrieben werden, untersucht Wesendonck [80] eine grosse Anzahl von Kohlenstoffverbindungen in Geisslerröhren und schliesst, das Swansche Spectrum gehöre dem Kohlenstoff selbst an. Dazu macht Wüllner einige Bemerkungen [88].

Wüllner hatte im Jahre 1868[3]) das zweite Spectrum des Wasserstoffs genauer beschrieben, welches so oft noch heute mit Unrecht als Bandenspectrum bezeichnet wird. Ångström [48] hatte es dann als das Spectrum eines Kohlenwasserstoffs reclamirt, und ebenso nannte es in der vorhin erwähnten Arbeit Ciamician [66a] Spectrum des Acetylens. Dagegen wendet sich nun Wüllner [87], und behauptet, dass Acetylen ein besonderes Spectrum gebe (welches nach seiner unvollkommenen Beschreibung ein Gemisch des CO-Spectrums und des zweiten Wasserstoffspectrums ist), allerdings zersetzt sich das Gas nach einiger Zeit, der Kohlenstoff wird in fester Form abgeschieden, und dann tritt das zweite Wasserstoffspectrum auf. Auch Hasselberg [89] beschäftigt sich mit diesem Spectrum und erkennt es als Wasserstoffspectrum an, woran heute kein Zweifel mehr möglich ist, übrigens schreibt ja Hasselberg dem Acetylen das Swansche Spectrum zu.

Eine umfangreiche Abhandlung liefert Smyth [97]. Er untersucht 20 käufliche Geisslerröhren, die unter anderem auch CO, CO_2, Cy, CH_4, C_2H_4 ent-

1) C. Despretz, C. R. **28** p. 755—757, **29** p. 48—51, 709—724 (1849), C. R. **30** p. 367 bis 373 (1850).

2) H. Moissan, C. R. **119** p. 776—781 (1895).

3) A. Wüllner, Pogg. Ann. **135** p. 497—527 (1868).

halten, er misst die Banden und Linien, macht aber die Angaben in reciproken englischen inch, so dass es sehr grosse Muhe verursachen wurde, sie in Ångstromsche Einheiten umzurechnen. Ferner giebt er Zeichnungen der Spectra und sucht die zahllosen Verunreinigungen zu eliminiren Er halt dabei seine Ansicht aufrecht, das CO-Spectrum sei das eigentliche C-Spectrum, das Swansche Spectrum sei ein Kohlenwasserstoffspectrum Das Wichtigste an der Abhandlung ist wohl ein Anhang von Herschel, in welchem zum ersten Mal auf Gesetzmassigkeiten in Bandenspectren hingewiesen wird — Etwas spater bemerkt Smyth [101], die Cyanbanden traten auch im Inductionsfunken in N oder Luft auf, auch Lecoq [55] habe sie in der Zeichnung des Spectrums am negativen Pol (?)

Hartley [98] veroffentlicht eine Photographie des Funkenspectrums, dann giebt er mit Adeney [104] auch Messungen desselben, wobei sich indessen die Kanten der Cyanbanden als Linien aufgefuhrt finden Aehnliche Angaben finden sich in [102]

Fievez [105] misst und zeichnet die C-Banden C II, C III, C IV in grossem Maassstab mit vielem Detail, aber die Zeichnungen sind nicht richtig Er findet, die Helligkeit dieser Banden im Kohlebogen sei umgekehrt proportional zur Bogenlange, proportional der Stromstarke Im Sonnenspectrum seien die Banden vorhanden Bald darauf bespricht Fievez [108] eine rothe Linie der Kohle, 6583, er vertritt hier den Standpunkt, das Swansche Spectrum gehore zur Kohle Zu beiden Arbeiten macht Stas [106, 108] einige Bemerkungen, schliesst sich der letztgenannten Ansicht an

Eder [107] gelingt eine Aufnahme des blauen Kegels des Bunsenbrenners mit 12 Stunden Exposition, des oberen farblosen Theils der Flamme mit 8—14 Tagen Exposition, die Spectra sind identisch, nur zeigt das letzte einen continuirlichen Grund im Blau und Violett Messungen werden nicht gemacht. Die Photographie zeigt sehr schon die zu C + H gehorende Gruppe

Smyth [110] misst wieder einmal das Spectrum der Geblaseflamme und kauflicher Rohren, macht seine Angaben in reciproken inch Das Band Cy II nennt er jetzt marsch-gas-band, dagegen erkennt er nun an, dass das CO-Spectrum nicht von Kohle selbst, sondern von CO herruhre In der Arbeit findet sich die Bemerkung, das haufige Auftreten von Kohle als Verunreinigung in Geisslerrohren ruhre wahrscheinlich davon her, dass der Strom Kohle von der Guttaperchaumhullung der Drahte im Inductionsapparat mitnahme und in die Rohren einfuhre!

Lockyer [109] vertritt jetzt die Ansicht, die Kohle selbst emittire bei niedriger Temperatur die CO-Banden, bei hoherer Temperatur die Swanschen Banden, zu welchen er auch die Cyanbande 388 rechnet Er erwahnt ferner die Bandengruppe bei 431 und meint, sie sei der einzige Beweis fur die Anwesenheit von C + H, ich glaube, dass hier zum ersten Mal diese Ansicht geaussert wird, der ich durchaus zustimme

Lockyer hatte zuerst bemerkt, dass die Bande 3883 sich unter den Fraunhoferschen Linien findet. Dies wollen auch Trowbridge und Hutchins [107a] prüfen, finden aber fälschlich, dass die Zwischenräume zwischen den Bandenlinien mit Fraunhoferschen Linien coincidirten. Sie schliessen weiter, die C- und Cy-Banden im Bogen seien Absorptionsbanden, die hellen Bandenlinien seien Reste des continuirlichen Spectrums der Kohlen, und die dunkeln Zwischenräume seien die eigentlichen Bandenlinien in Absorption!

Es folgt nun eine vortreffliche Abhandlung von Deslandres [111, 112]. Zunächst stellt er das ultraviolette Linienspectrum der Kohle fest, das er entweder durch Funken zwischen Kohlelectroden, oder durch condensirte Funken in irgend einem kohlehaltigen Gase erhält oder ebenso in Geisslerröhren. Dann wendet er sich zu den Bandenspectren, beschäftigt sich aber vornehmlich mit dem ultravioletten Theil. Das Swansche Spectrum nennt er die erste Bandengruppe, da es von allen Kohlenwasserstoffflammen und in allen kohlenstoffhaltigen Gasen durch Funken erhalten wird, neigt er sich der Ansicht von Attfield zu, dass es der Kohle selbst entspreche, nicht einem Kohlenwasserstoff. Trotzdem nennt er es merkwürdiger Weise stets Kohlenwasserstoffspectrum[1].

Als zweite Bandengruppe bezeichnet er das CO-Spectrum, dessen Ursprung von C + O ihm nicht zweifelhaft erscheint.

Nun wendet er sich speciell zum Kohlenoxyd. Bei einem Druck von etwa 550 mm zeigt der nicht condensirte Funke das Swansche Spectrum, im Ultraviolett nur Spuren der Linie 2478 und der Bande Cy III. Mit Condensator tritt das Linienspectrum der Kohle und des Sauerstoffs auf. — Bei einem Druck von einigen Millimetern tritt im Sichtbaren die zweite Bandengruppe auf, das CO-Spectrum, und im Ultraviolett liegt eine weitere Reihe von Banden, die hier zum ersten Male gefunden sind, und durch Messungen und Zeichnung angegeben werden. Diese weiteren Banden zerfallen wieder in zwei Gruppen, welche die dritte und vierte Gruppe genannt werden. Die dritte Gruppe, welche von 3825 bis 2295 reicht, sieht nach der Zeichnung wie die Fortsetzung des CO-Spectrums aus; indessen sagt Deslandres, die Structur sei eine andere, indem die Banden des CO-Spectrums nur eine Kante haben, die der dritten Gruppe mehrere. Im Uebrigen sind auch die Banden der dritten Gruppe nach Violett abschattirt, während die Banden der vierten Gruppe, die von 2631 bis 2045 gemessen werden, nach Roth abschattirt sind.

Die dritte und vierte Gruppe sind auch in Kohlensäure, Acetylen und Cyan gefunden worden, im letzten Falle vermischt mit den Cyanbanden. Deslandres meint, die dritte Gruppe gehöre vielleicht zu C + O, da sie etwas schwächer wurde, wenn man in C + H-Röhren Na einführt. Die vierte Gruppe bleibt dabei unverändert, gehört also wohl zu C selbst. Die dritte

---

1) In der Zeichnung rechnet Deslandres zu diesem Spectrum die Gruppe um 431 (C + H), während bei ihm die Gruppe C V (438) fehlt.

Gruppe setzt sich aus mehreren uber einander gelagerten Reihen von Banden zusammen, die verschiedene Intensitat haben In jeder Bande unterscheidet man mindestens zwei Linienserien

Die vierte Gruppe zerfallt in funf Serien von Banden, die uber einander gelagert sind, in jeder Serie nimmt die Intensitat zu, dann wieder ab, wenn man von langeren nach kurzeren Wellen geht, jede Bande zeigt bei grosserer Dispersion zwei Kopfe

Auch im Spectrum des Cyangases unterscheidet Deslandres zwei Gruppen die erste liegt im Roth und Gelb, die Banden sind nach Roth abschattirt, die zweite ist die bekannte Gruppe der Cyanbanden, Cy II bis Cy VI nach meiner Bezeichnung Beide Gruppen treten in der Cyanflamme auf, die zweite auch im Funken durch Cyangas bei grossem oder kleinem Druck, bei Funken zwischen Kohleelectroden, im Bogen

H W Vogel [113] photographirt die Spectra der Bunsenflamme, der Cyanflamme, des Bogens und des condensirten Funkens in CO Da bei letzterem, — offenbar durch Verunreinigung des Gases mit N, — auch die Cyanbanden erscheinen, will er auch diese der Kohle selbst zusprechen Er bemerkt die Banden des Cyans im Roth. Sehr deutlich tritt in der Bunsenflamme und in der Cyanflamme die Bande von C + H bei 431 und ihre Auslaufer im Ultraviolett auf

Kayser und Runge [114] machen genaue Messungen am Kohlebogen Von C II und C V werden nur die Kanten, von C III und C IV die einzelnen Linien gemessen, bei den Cyanbanden die Linien der Banden III, IV, V Bei der Bande Cy IV wird die Structur genau gepruft. Ferner enthalt die Abhandlung Versuche, ahnlich wie sie Liveing und Dewar ausgefuhrt haben, um zu zeigen, dass fur die Cyanbanden N nothig sei, und die Angabe, dass im Sonnenspectrum die Banden Cy III, Cy IV, Cy V, und C III vorhanden sind Eine nicht ganz richtige Anwendung des dritten Deslandresschen Gesetzes uber den Bau der Banden gestattet doch den Schluss, dass die Banden C V, die noch vielfach zu Cy gerechnet wurden, zu C gehoren. Deslandres [117] wendet sein Gesetz richtiger an, und bestatigt dies Resultat genau, gleichzeitig hebt er hervor, dass die Bande 431 also nicht zu C gehore

In seiner bekannten vortrefflichen Untersuchung einer grossen Anzahl von Flammen findet Julius [115] ultrarothe Emissionen für CO_2, H_2O und ahnliches Diese Erscheinungen interessiren uns hier weniger, es sind spater noch mehrere Banden, meist in Absorption, gefunden worden, ich verweise dafur auf Bd II und III dieses Werkes

Es folgt nun eine Reihe von Abhandlungen von Eder und Valenta. In der ersten [116] wird das Spectrum der Bunsen- oder Geblaseflammen untersucht, es finden sich Photographieen und Messungen Das Wichtigste scheint mir, dass hier zum ersten Mal die eigenthumlichen Banden, welche ich zusammen als H + C bezeichne, abgebildet und angenahert gemessen werden,

wahrend sie bisher, wie wir gesehen haben, zwar mehrfach erwahnt wurden, aber nie gemessen, und meist mit C V zusammen geworfen wurden. Eder unterscheidet in dieser Gruppe vier Theile, welche er als ε [4380—4325], ζ [4315—4185], η [4047—3873] und ϑ [3687—3627] bezeichnet. Der letzte Theil ist hier zum ersten Mal gefunden, wahrend η sich schon auf der Vogel-schen Photographie zeigt. Eder constatirt auch von neuem, dass die CO-Flamme nur ein continuirliches Spectrum giebt.

In einer zweiten Abhandlung [121] wird das Linienspectrum besprochen, erhalten durch Funken zwischen Kohleelectroden in verschiedenen Gasen. Die Arbeit enthalt interessante Angaben uber die Spectra, die bei solchen Versuchen auftreten konnen: von trocknen oder feuchten Kohlen in Luft, H oder CO_2 kann man erhalten 1) das Linienspectrum des C, 2) ganz oder theilweise das Swansche Spectrum, 3) das Bandenspectrum des N, 4) das Linienspectrum der Luft, 5) die Wasserdampf-Banden, 6) die Linien des Wasserstoffs, 7) die Linien des O, 8) Banden von CO, 9) Spectrum des NH_3, 10) in geschlossenen Gefassen das Absorptionsspectrum der Untersalpetersaure, 11) Linien der Verunreinigungen der Kohle, Ca u. s. w. — Eder und Valenta bemerken, dass Hartley und Adeney als Linien des C eine Anzahl Kanten der Cy-Banden angeführt hatten. Hartley [124] halt zunachst seine Angaben aufrecht, erkennt dann aber [130 a] die Linien als Cyanbanden an.

In einer weiteren Abhandlung [120 a] sagt Eder, Aethylamin mit Sauerstoff verbrennend zeige nur das Swansche Spectrum neben den Banden von Wasserdampf und Ammoniak.

Ich will hier gleich eine spatere Abhandlung von Eder und Valenta [139] anschliessen, in welcher abermals die Leuchtgasflamme behandelt wird. Neben einer Messung der Linien der Bande C IV findet sich eine genauere Messung der C + H-Banden, die mit Concavgitter aufgenommen wurden, und eine Zeichnung der Banden ε und ζ. Wenn die Autoren sagen, die Bande ε (4389—4323) trete auch im Kohlebogen und wahrscheinlich in der Cyanflamme auf, so ist ersteres sicher unrichtig, es liegt wahrscheinlich eine Verwechslung mit C V vor.

Nur kurz erwahnt sei Rowland [122], der die einzige im Kohlebogen auftretende Kohlelinie bei 2478 misst, und Untersuchungen von Liveing und Dewar [118], die Flammen unter hohem Druck brennen. Knallgas mit CO_2 brennend gab nur continuirliches Spectrum, Aethylen in O brennend die Swanschen Banden und die C + H-Gruppe bei 4315, Cy mit Sauerstoff explodirend nur continuirliches Spectrum. Der Druck starkt uberhaupt im Wesentlichen nur den continuirlichen Grund, verbreitert nicht die Linien.

Den ultrarothen Theil des Kohlebogens hat zuerst Snow [120] beobachtet und eine Menge nach Roth abschattirter Banden gefunden, die Messungen mit grobem Bolometer und kleiner Dispersion haben freilich geringe Bedeutung.

1) Uebrigens finden sich in der Abhandlung Verwechslungen der Buchstaben: in der Figur sind die Banden mit ξ und λ bezeichnet, die in den Tabellen ε und ζ genannt werden.

Auch Lewis und Ferry [125] sprechen von den ultrarothen Banden des Bogens, aber sie messen nichts.

Es folgt nun eine Abhandlung von Hartley [123] über die Spectra der Metalle in der O-Leuchtgasflamme. Dabei wird zuerst das Spectrum dieser Flamme selbst beschrieben. Die Messungen sind mit einem angelegten Maassstab gemacht und erweisen sich namentlich im langwelligen Theil so ungenau, dass sie unbrauchbar sind, im Ganzen meint Hartley, sein Spectrum sei ein Gemisch des Swanschen Spectrums und der Cyanbanden. Vergleiche dazu Eder und Valenta [139] und Hartley [141]. Crew und Basquin [126] bringen neue Beweise dafür, dass die Cyanbanden zu ihrem Auftreten N nöthig haben. In einem luftdicht geschlossenen Kasten haben sie einen rotirenden Magnesiumbogen, ist der Kasten mit CO_2 gefüllt, so sieht man nur Swansche Banden, von Cy III bei 4216 nur eine Spur. Wird Luft eingeblasen, so verblassen die C-Banden, die Cy-Banden werden kräftig. Die Gruppe 4381 erweist sich als zu C gehörig.

Deslandres [127] misst an besonders reinen Kohlestäben das ultraviolette Linienspectrum der Kohle.

Bohn [129] untersucht mit einem Desagaschen Spectroscop die Bunsenflamme und Geisslerröhren, die Angaben sind meistentheils unrichtig, der Autor steht auf einem Standpunkt, der 30 Jahre früher vielleicht möglich gewesen wäre. Eder [131] nimmt sich die Mühe, auf einige Fehler hinzuweisen. — Ångström [130] misst mit Bolometer die ultrarothe Emission einer Bunsenflamme, findet mehrere Maxima, die zu CO_2 und H_2O gehören.

Eine neue Theorie über den Ursprung der Bandenspectra stellt J. J. Thomson [128] auf. In einem Geisslerrohr bringt er in der Mitte eine 0.5 cm dicke Wand von Aluminium an und füllt das Rohr mit verschiedenen Gasen. Er beobachtet dann zu beiden Seiten der Wand, welche secundäre Electroden repräsentirt, verschiedene Spectra. Wird Dampf von Aethylalcohol eingefüllt, so erscheint auf der positiven Seite das Swansche Spectrum, auf der negativen das CO-Spectrum, nach einiger Zeit auch H-Linien, nach längerem Stromdurchgang tritt auch auf der positiven Seite das CO-Spectrum auf. — Wird CO eingefüllt, so sieht man auf beiden Seiten das CO-Spectrum, wird etwas H zugefügt, so erscheint auf der positiven Seite das Swansche Spectrum. Dieselben Erscheinungen zeigen sich bei Cyan mit Wasserstoff oder Methylalcohol. — Thomson will den nächstliegenden Schluss, dass an Anode und Kathode verschiedene Entladungsbedingungen herrschen und die Unterschiede bedingen, nicht gelten lassen, sondern meint, das Swansche Spectrum gehöre dem Kohlestoffatom an, wenn es positiv geladen sei oder in einer Verbindung so geladen sei, das CO-Spectrum dem negativ geladenen C-Atom.

Foley [132] stellt Untersuchungen über Vorgänge im Bogen und das Auftreten der Banden an. Er findet, wie seine Vorgänger, dass bei Abwesenheit von N die C-Banden stärker, bei Anwesenheit von N die Cyanbanden stärker seien. Also N sei für letztere nöthig, aber er meint, die Banden ge-

hörten nicht zu Cyan, da dies bei der Temperatur der Flamme zersetzt werde und Spuren von N zu genügen schienen. Er will also das Auftreten durch eine Beeinflussung des Kohlespectrums durch die Gegenwart von N erklären.

Humphreys [133] untersucht die Verschiebung der einzigen im Bogen auftretenden Linie der Kohle, 2478, durch Druck. Die Cyanbanden verschieben sich nicht. — Exner und Hascheck [134,156] messen die ultravioletten Funkenlinien von C zwischen Kohle- oder Graphit-Electroden. Später (166) fügen sie die Bogenlinie hinzu.

Eine ganze Reihe von Abhandlungen von A. de Gramont [135,138] betreffen den Nachweis der Kohle in Mineralien und Salzen. Er untersucht zuerst das Funkenspectrum der Kohle, und findet dann dessen Linien im condensirten Funken nach geschmolzenen Carbonaten. — Rubens und Aschkinass [136] untersuchen die ultrarothe Emission der Bunsenflamme und der Kohlensäure.

Thiele [137] wendet seine Theorie über die Structur der Banden auf die Bandengruppe 5165 an, die er in Serien zerlegt. Dabei werden viele bis dahin noch nicht beobachtete Linien berechnet. Später hat Leinen [172] die Bande so genau wie möglich gemessen, und er konnte im Allgemeinen die Thiele'sche Rechnung bestätigen. — Eine andere Bestätigung der Thiele-schen Theorie, nach welcher die Linienserien nicht nur einen Anfang, sondern auch ein Ende haben, in welchem sie wieder zusammenlaufen, liefert King [144], welcher im Bogen nach Roth abschattirte Kanten findet, die als Enden, „Schwänze", der Cy-Bandengruppe 3883 aufgefasst werden können, jedenfalls lassen sich zahlenmässige Beziehungen zwischen diesen Schwänzen und den Kanten angeben, wenn auch keine Serie von der Kante bis zum Schwanz verfolgt wird. Das ist später auch Jungbluth [135], der die genaueste Messung dieser Bande ausgeführt hat, nicht gelungen, aber er erhöht noch die Wahrscheinlichkeit des Zusammenhanges zwischen Köpfen und Schwänzen und damit der Thiele'schen Theorie.

Lehmann [140] theilt mit, dass er das ultrarothe Bogenspectrum der Kohle mit den Banden bis 820 $\mu\mu$ photographirt habe, und verspricht weitere Angaben später, sie sind meines Wissens nicht erfolgt. Ich habe in meinem Laboratorium mit grossem Gitter die Banden bis 750 $\mu\mu$ photographiren lassen. Die Platten sind bedeckt mit vielen Tausenden von Linien, die aber keinerlei Kanten oder Andeutungen regelmässiger Structur zeigen, so dass eine Ausmessung werthlos erschien. Ob es sich um Cyanbanden oder Kohlebanden handelt, ist natürlich unbekannt.

Eine Abhandlung von Trowbridge [143] über das Spectrum des H in Geisslerröhren sei nur erwähnt, sie liefert nur den Beweis, dass der Autor an der Schwierigkeit, reine Röhren herzustellen, gescheitert ist; andere Bedeutung kommt ihr nicht zu.

Eine neue Hypothese über den Ursprung der Bandenspectra stellt Smithells [142] auf. Er sagt in der Einleitung seiner Abhandlung, Stokes

habe geäussert, vielleicht gehöre das Swansche Spectrum zu CO, ob und wo die Aeusserung gedruckt ist, habe ich nicht finden können. — Diese Aeusserung passte zu den Anschauungen des Autors, der sich eingehend mit den chemischen Vorgängen in Flammen beschäftigt hatte und gefunden hatte, dass sowohl bei der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen wie von Cyan zuerst CO entstehe, dann CO_2. — Der Verfasser führt zuerst aus, dass das Swansche Spectrum nicht zu einem Kohlenwasserstoff gehören könne; er stützt sich dabei auf die älteren Versuche, welche auf den vorhergehenden Seiten ausführlich besprochen sind. Dann geht er zu eigenen Versuchen, zunächst mit CO. Das Gas wird im Geisslerrohr unter abnehmenden Druck gebracht und 1. ohne Leidener Flasche, 2. mit Leidener Flasche und Funkenstrecke untersucht. Ohne Leidener Flasche tritt zuerst nur das Swansche Spectrum auf, dann erscheint auch das CO-Spectrum, das allmählich stärker wird, schliesslich allein sichtbar bleibt. Mit Leidener Flasche tritt erst das Swansche Spectrum auf, dann auch Linien von C und O, schliesslich diese allein; wird dann die Funkenstrecke kleiner gemacht, so erscheint erst das Swansche, dann auch das CO-Spectrum. Ebenso wird CO_2 untersucht: ohne Leidener Flasche erscheint nur das CO-Spectrum, welches allmählich heller wird. Mit Leidener Flasche treten die Linien von C und O, dann das Swansche Spectrum auf.

Daraus zieht Smithells den Schluss, das Swansche Spectrum gehöre zu CO, das CO-Spectrum zu CO_2. (Ich will im Folgenden das bisher von mir CO-Spectrum genannte Spectrum mit Smithells' Oxycarbon-Spectrum nennen, um Irrthümer zu vermeiden.) Dieser Schluss wird in folgender Weise begründet:

1. Die Aehnlichkeit beider Spectra einerseits, die Structurunterschiede andererseits sprechen dafür. (Ich sollte meinen, wenn man solche Gründe überhaupt gelten lassen will, obgleich wir über Zusammenhang zwischen Structur eines Bandenspectrums und Bau des Emissionscentrums noch gar nichts wissen, sollte man erwarten, dass das complicirtere Spectrum, das Swansche, zu CO_2 gehöre.)

2. CO giebt das Swansche Spectrum, ausser unter extremen Entladungsbedingungen; dann aber tritt

3. entweder das Linienspectrum oder das Oxycarbon-Spectrum auf, wie es extremer Temperatur und Dissociation entspricht. In der That tritt in solchen Fällen stets Ausscheidung von Kohle ein. $2\,CO = CO_2 + C$.

4. CO_2 giebt sehr leicht das Oxycarbonspectrum, welches auch bei kleinen Drucken bestehen bleibt. Condensirte Entladungen geben das Swansche Spectrum, weil jetzt CO_2 in CO und O dissociirt wird. Eventuell treten auch Linien von C und O auf. Smithells meint, dass CO viel leichter dissociirt werde, als CO_2.

5. Liveing und Dewar haben gefunden, dass der Bogen in CO nur das Swansche Spectrum, keine Spur des Oxycarbon-Spectrum gab. Das spricht nach Smithells für die Zugehörigkeit des Swanschen Spectrums zu CO (während man nach meiner Meinung ebensogut sagen kann, es beweise die Dissociation des CO bei 3500°). — Wenn im Bogen die Cyanbanden auf-

treten, so wäre es sehr merkwürdig, wenn nicht auch die zu CO gehörenden Banden sichtbar würden, da CO sicher gebildet wird. Die Beobachtung von Liveing und Dewar, dass durch Einblasen von Luft oder Wasserdampf in den Bogen die Swanschen Banden verstärkt werden, spricht ebenfalls für ihre Zugehörigkeit zu CO.

Smithells führt dann die Erscheinungen an, welche gegen seine Theorie zu sprechen scheinen, am wichtigsten ist darunter das Auftreten der Swanschen Banden in Kohlenwasserstoffen, in CCl_4, Cy, bei Funken zwischen Kohle in Wasserstoff. Aber die Schwierigkeit, Spuren von Luft und O zu beseitigen, sei bekannt. Auch macht der Autor eigene Versuche. Die Aureole der Funken zwischen Kohle in Wasserstoff zeigt das Swansche Spectrum desto schwächer, je reiner das Gas ist. Auch hat er Versuche mit CCl_4 gemacht, die aber nicht entscheidend waren: im Wesentlichen traten Linien von C und Cl auf, daneben aber auch das Swansche oder das Oxycarbon-Spectrum, ein Zeichen, dass jedenfalls Verunreinigungen zugegen waren. Auch von H. A. Wilson ausgeführte Versuche mit Chloroform deuteten darauf hin, dass bei völliger Abwesenheit von O das Swansche Spectrum nicht erscheint. Aber Smithells meint, dass alle bisher mit Geisslerröhren ausgeführten Versuche keine Entscheidung geben konnten.

Ich habe die Gründe von Smithells im Vorhergehenden möglichst vollständig angeführt, und möchte hervorheben, dass die ganze Abhandlung durchaus streng wissenschaftlich gehalten ist, d. h. auch alle möglichen Einwände gegen die Theorie hervorhebt. Trotzdem hat sie mich und viele andere nicht überzeugt. Wie ich in den ersten Sätzen über die Spectren der Kohle bemerkte, liegen die Verhältnisse so schwierig, dass die experimentellen Resultate immer verschieden gedeutet werden können, je nachdem man mehr oder weniger Nachdruck auf die Wirkung von Spuren von Verunreinigungen legt, oder auf Aenderung der Entladungsbedingungen.

Collie [145] will die schwerere Dissociirbarkeit der CO_2, die Smithells oben behauptete, nicht gelten lassen, und findet, dass in Geisslerröhren in wenigen Secunden 50 bis 70% zerfallen.

Als Verfechter der Smithellsschen Theorie treten Baly und Syers [146] auf. Sie führen zuerst an, dass ein Rohr mit CO, wenn aller Sauerstoff beseitigt ist, das reine Swansche Spectrum giebt, keine Spur des CO-Spectrums, dass aber Spuren von O sofort das CO-Spectrum hervorrufen. Herr Baly war seinerzeit so freundlich, mir diesen Versuch vorzuführen, und ich kann die Angabe bestätigen. Ich sehe aber nicht, wie man darin einen Beweis für die Zugehörigkeit des Swan-Spectrums zu CO finden kann. Denn CO wird sicher durch den Funken dissociirt, wir werden also immer C, CO, O oder auch CO_2 im Rohre haben, und es hängt von den unbekannten Entladungsbedingungen ab, welches Spectrum erscheint. — Dann machen Baly und Syers Versuche mit Cyan, das sie auf das sorgfältigste reinigen und trocknen. Das Gas strömt dann langsam durch das Geisslerrohr. Anfangs sehen sie die

„Spectra von C und N“ (sind Linienspectra gemeint?), später aber nur Cyanbanden im Roth und Gelb, die an das positive Bandenspectrum des N erinnern. Die Cyanbanden im übrigen Theil des Spectrums werden nicht erwähnt, waren also wohl nicht sichtbar. Bei Zulassen von O traten „die Kohlespectra“ auf. Was darunter zu verstehen ist, ist unklar, ist das Swansche Spectrum gemeint? Dann würde der Versuch eben nur aussagen, dass, solange keine Dissociation des Cyan eintritt, das reine Cyanspectrum zu sehen ist, dass zugelassener Sauerstoff Dissociation bedingt, und dann das Swansche Spectrum erscheint, welches man aber ebensogut zu C wie zu CO rechnen kann.

Aehnliche Versuche führt später Liveing [164] aus: bei CO und CO_2 erhält er in allen Theilen des Geisslerrohres nur das identische Spectrum des CO. In Cy erhält er an der Kathode ein Glimmlicht, welches im Orange und Gelb nach Roth abschattirte Banden zeigt, die mit denen in der Cy-O-Flamme identisch zu sein scheinen, daneben waren die Cyanbanden CyII und CyIII bei 4606 und 4216 sichtbar. An der Anode erschien ein continuirliches Spectrum mit Spuren der langwelligen Banden. Bei wachsendem Druck erscheinen erst diese Banden, dann auch CyII und CyIII auch an der Anode. Die langwelligen Banden müssen zu einer anderen Verbindung gehören, als die kurzwelligen. Die CO-Banden gehören zu CO.

Eine sehr eingehende Discussion und neue Versuche liefert Konen [149]. Er lässt den Bogen zwischen Kohle- oder Metallstäben in Flüssigkeiten brennen. Dabei zeigt sich zunächst sehr entschieden, dass die Banden CyII, CyIII, CyIV und CyV nur auftreten, wenn N in grösserer Menge gegenwärtig ist, so dass kein Zweifel bleibt, dass es sich hier um C + N handelt. Das Swansche Spectrum tritt in allen kohlehaltigen Flüssigkeiten auf: Alcohol, Glycerin, Tetrachlorkohlenstoff, Anilin, Schwefelkohlenstoff, Petroleum, mit Kohlestäben auch in Wasser, Salzlösungen.

Dabei wurden die Kohlestäbe in Glasröhren eingeschlossen, erhitzt und evacuirt, das Glasrohr abgeschmolzen und erst unter der Flüssigkeit geöffnet. Die Flüssigkeiten wurden sorgfältig getrocknet und ausgekocht, kurz, es wurden alle Maassregeln getroffen, um O auszuschliessen. Wenn trotzdem die Banden erscheinen, wird der unbefangene Beurtheiler schliessen müssen, dass die Swanschen Banden nur der Kohle angehören können. Aber freilich wird man, wie Konen ausführlich erörtert, auch hier einwenden können, dass stets Spuren von O gegenwärtig seien, die das Spectrum bedingen. Dann wäre die Frage überhaupt nicht zu entscheiden.

Konen bespricht hier auch die (C + H)-Gruppe und giebt eine in der Reproduction allerdings sehr mangelhafte Photographie derselben. Der Autor untersucht dann auch Inductorentladungen in Flüssigkeiten: in allen Kohlenstoffverbindungen tritt das Swansche Spectrum auf, in Alcohol, Glycerin und Aether ausserdem die Bande C + H, 4315. Es ist dies die einzige mir bekannte Beobachtung für das Auftreten dieser Bande, ausser in brennenden Kohlenwasserstoffen.

Ganz ähnliche Versuche führen später Watts und Wilkinson [174] aus: Der Funke in allen kohlestoffhaltigen Flüssigkeiten giebt das Swansche Spectrum. Untersucht werden Chloroform, Benzol, Naphthalin, Anilin, Aethylbromid und -Dibromid. Ferner wird folgender, schon früher von Watts [54] gemachter Versuch wiederholt: Benzol wird über Natrium in ein Geisslerrohr destillirt, welches an einem Ende metallisches Na, am andern Ende ein Stückchen chlorsaures Kali in Platin eingewickelt enthält. Man erhält das CO-Spectrum. Wird das Na erhitzt, wodurch O beseitigt wird, so tritt das Swansche Spectrum auf, wird durch Erhitzung des chlorsauren Kali Sauerstoff entwickelt, so erscheint wieder das CO-Spectrum.

Nur erwähnt sei eine Notiz von Wesendonck [174]: er stellt sich Geisslerröhren mit Siliciumfluorid her, die aber unrein sind und das CO-Spectrum zeigen. Er stellt daher die Hypothese auf, C entstehe aus Si. Hartley [148] hält es der Mühe für werth, darauf zu antworten.

Crew und Baker [151] löschen den Kohlebogen aus, lassen dann nach Zeiten, die zwischen 1/6 und 5 1/4 Sekunden liegen, Funken durch den sich abkühlenden Bogendampf gehen, und photographiren durch vielmalige Exposition das Spectrum. Dabei treten die Cyanbanden stets in gleicher Intensität auf. Vom Linienspectrum erscheint 4227 nur in späteren Phasen und verschwindet mit Selbstinduction. Die von Eder und Valenta angeführte Linie 3361 ist stets vorhanden, aber auch, wenn man statt der Kohleelectroden solche von Al, und namentlich von Cu nimmt. Die Zugehörigkeit zu C ist also wohl zweifelhaft. Die Linie 4556.3 erscheint auch erst in späteren Phasen.

Huggins [23] hatte angegeben, die rothe Linie, nach Ångström und Thalén eine Doppellinie 6583 und 6577, verschwinde in Wasserstoff. Das wird von Herbert [152] näher untersucht und bestätigt. Der Funke in CO_2 zeigt sie kaum mehr, wenn etwa 7 % Wasserstoff zugefügt sind, obgleich 4267, 5640 und 5145 nur ganz allmählich schwächer werden, während das Wasserstoffspectrum heller wird. Entsprechend ist das Paar in Leuchtgas unverhältnissmässig schwach. Schuster meint, die rothen und die blauen Linien müssten zu verschieden gebauten Kohlemolekeln gehören. Fievez [108] leugnet überhaupt die Existenz dieser Linie, es sei die rothe Wasserstofflinie einfach oder umgekehrt beobachtet worden!

Gramont [150] findet, dass durch Selbstinduction die Funkenlinien der Kohle sehr leicht verschwinden, am längsten bleibt das rothe Paar. Berndt [153] giebt an, dass im Magnetfeld die C-Banden in den Geisslerschen Röhren sehr geschwächt werden. Lewis [154] untersucht den Einfluss von Na auf die C-Banden. Dieselben werden bekanntlich erheblich geschwächt, wenn man Na-Salze in den Bogen bringt. Lewis zeigt, dass das auch für Flammen gilt, entgegen einer Angabe von Scheiner. — Huff [155] benutzt Bogen mit Strömen von 2 bis über 200 Amp. Je stärker der Strom ist, desto stärker werden die C-Banden relativ zu den Cyanbanden. Beide treten namentlich

am positiven Pol auf, die C-Banden naher an der Kohle Wenn der Bogen zischt, werden die C-Banden besonders stark

Loos [157] misst die 6 starksten CO-Banden nach Aufnahmen mit grossem Gitter genau aus Die Structur erweist sich als sehr complicirt, wahrscheinlich besteht jede Bande aus mindestens 8 Linienserien. Er erwahnt auch Banden im Ultraviolett, die aber mit dem grossen Gitter zu schwach wurden, um gemessen werden zu konnen Wahrscheinlich handelt es sich um die schon von Deslandres gefundene Gruppe (siehe pag 212)

Petavel und Hutton [160] lassen den Kohlebogen in Luft und in Wasserstoff unter hohem Druck brennen. Dabei erscheint die Cyanbande 3883 umgekehrt — Schumann [161] erhält mit seinem Vacuumspectrograph von CO und CO_2 eine ausserordentlich grosse Anzahl von Banden, die nach Roth abschattirt sind, und sich wahrscheinlich bis zur Wellenlange 1200 erstrecken Sie erschienen als Verunreinigung auch in Rohren mit Luft, selbst wenn die CO-Banden im sichtbaren Spectrum durch sorgfaltige Reinigung beseitigt waren Genauere Angaben macht spater Lyman [185]

Deslandres [159] findet ein neues Spectrum, dessen Ursprung indessen nicht bekannt ist, es tritt in Rohren mit Kohlenoxyd, Kohlensaure und Acetylen bei hoher Verdunnung im Kathodenlicht auf und besteht aus 16 nach kurzen Wellenlangen abschattirten Banden Jedes Band enthalt nur eine Linienserie, was Deslandres als besonders characteristisch fur das Kathodenlicht ansieht In Acetylen erscheint das Spectrum schlechter, weil ein starker continuirlicher Grund vorhanden ist Es sind noch 2 Banden vorhanden, die andere Structur zeigen

Bald darauf erganzen Deslandres und D'Azambuja [168] diese Angaben ganz wie bei den negativen Banden des Stickstoffs ist auch bei den besprochenen der Kohle eine Lucke in der Nahe des Kopfes, indem hier Linien der Serie fehlen oder zu schwach werden Das gilt fur einen Druck von 0 2 mm Steigert man nun den Druck, so verlangern sich die Banden des positiven Poles, welche Deslandres als zweite, dritte und vierte Gruppe bezeichnet, indem der Intensitatsabfall innerhalb jeder Serie langsamer wird, und die negative Gruppe verliert die dunkle Lucke, „qui est envahi, de même que la tête, par les raies d'une série nouvelle, qui s'enchevêtrent avec les premières raies“ — Dann finden die Autoren noch neue Bandenspectra der Kohle oder Kohleverbindungen Wenn man durch CO oder CO_2 bei Atmospharendruck Funken gehen lasst und Capacitat und Selbstinduction dazu schaltet, so tritt eine neue Serie von Banden zwischen 4102 und 3398 auf, die nach Violett abschattirt sind Die beiden ersten sind deutlich in Linien aufgelost. Da sie mit Electroden von Al, Cu, Ag sichtbar sind, mussen sie wohl zum Gase gehoren, also zu C, CO oder CO_2 Sie erscheinen auch mit Selbstinduction allein, dann aber schwach auf starkem continuirlichem Grund

Wenn Funken bei Atmospharendruck durch CO_2 gehen, zeigt der leuchtende Punkt an der Kathode neben der zweiten, dritten, vierten positiven

und der ersten negativen Gruppe noch eine neue Bandengruppe, die nach Roth abschattirt ist. Auch sie tritt mit Electroden aus Cu, Al, Ag in gleicher Weise auf. Ihre Intensität hängt vom Drucke ab, am besten ist sie bei etwa 30 cm Druck, bei höherem wird sie unschärfer, bei kleinerem schwächer, so dass sie bei etwa 5 cm unsichtbar ist. Sie enthält sehr viele Kanten, von welchen Deslandres die wichtigsten zwischen 3853 und 3249 misst.

Hindrichs [162] misst genau die Bande des Swanschen Spectrums bei 4737 und untersucht die Structur.

Aus den folgenden Jahren finden sich eine ganze Reihe von freilich sehr unexacten Angaben über den ultrarothen Theil des Spectrums des Kohlebogens. Hermann [163] arbeitet mit Rowlandschem Concavgitter und Photographie, findet das ganze Spectrum bis 1000 $\mu\mu$ mit zahllosen Linien gefüllt, unter denen man aber keine Kanten erkennt. Bergmann [177] benutzt Prismen und phosphorescirende Platten, er sieht auf der Strecke bis 1400 $\mu\mu$ Banden, von welchen er 6 Köpfe messen kann, die einigermaassen mit den Angaben von Snow übereinstimmen.

Von Coblentz liegen eine ganze Anzahl Angaben vor: er findet [167] im Bogen ein Band bei 4.53 μ, wenn Alcalien in den Bogen eingeführt sind, sonst nicht, und meint, es könne von CO_2 herrühren. Dann [167] findet er bei strahlenden Gasen dasselbe Band bei 4.75, meint jetzt, es rühre von Verunreinigung durch CO her. Später [175] findet er dasselbe Band bei 4.75 in Röhren mit CO_2 und CO, aber bei gleichem Druck immer stärker in CO, als in CO_2, also gehöre es wohl zu CO, dasselbe Band zeigt sich auch in Aethylalcohol-Dampf. Im Bogen findet er jetzt noch Kohlebanden bei 1.09 μ und 1.2 μ. Endlich [180] findet er auch im reinen Kohlebogen das Band bei 4.55, in der Hefnerlampe bei 4.36, in der Acetylenlampe bei 4.55 und 4.56. — Auch Drew [170] erhält das Band in Kohlesäureröhren. — Moll [178] bemerkt, die zahllosen Bandenlinien des Kohlebogens erstreckten sich weit ins Ultraroth, allein die Thermosäule, mit der er beobachtet, ist wegen ihrer Breite nicht im Stande, sie zu messen. Dagegen findet er immer das CO_2-Maximum bei 4.44 μ. Die Kohlebanden werden sehr schwach, wenn Alcalien in den Bogen gebracht werden.

Interessante Versuche beschreiben Crew und Spence [171], sie benutzen Wechselstrombogen und photographiren das Spectrum in verschiedenen Phasen des Stromes. In der Phase 0, d. h. in dem Moment, wo der Strom seine Richtung umkehrt, sind sämmtliche Banden der C und des Cy verschwunden, während zahlreiche Linien von den Verunreinigungen der Kohle ganz kräftig erscheinen, einige sogar am hellsten. Mit wachsender Phase werden die Banden heller, erreichen ihr Maximum mit der Stromstärke. Die Cyanbanden erscheinen zuerst an den Electroden, während sie in der Mitte noch fehlen. C- und Cy-Banden werden sichtbar in der Reihenfolge ihrer relativen Intensität. — Dann finden sich noch Bemerkungen über die C-Linie 4267. Sie erscheint im Funken zwischen amorphen Kohlen nur, solange diese kalt sind;

im gewohnlichen Bogen ist sie nicht sichtbar, wohl aber im rotirenden Bogen mit Graphit. — Auch Puccianti [176] giebt an, im Wechselstrombogen verschwanden die Banden bei der Phase 0.

Versuche, deren Deutung recht zweifelhaft ist, fuhrt Gehlhoff [179] aus: er lasst durch stromende Gase bei kleinem Druck einen constanten Strom von Hochspannungsbatterie hindurchgehen. In Kohlenoxyd findet er um die Kathode eine Aureole, in welcher schwach drei helle Banden bei etwa 586, 543 und 473 sichtbar sind, er meint, sie gehorten entweder zu Kohle oder zu einem Kohlenwasserstoff durch Verunreinigung. In CO_2 erschienen andere Bander, namlich 650, 594, 570, 500, 473, 460—455 (mehrere Banden). Der Verfasser meint, die erste Bande im Roth sei die auch von Plucker in den ersten Augenblicken in CO_2 gesehene Bande. Bei starkerem Strom treten die CO-Banden auf. In Methan treten dieselben Banden wie in CO auf, woraus der Verfasser schliesst, dass sie nicht zu CO gehoren. — Die Entscheidung, ob hier wirklich neue Spectra auftreten, oder ob es sich um undeutlich gesehene Gemische bekannter Spectra handelt, die Zuordnung zu bestimmten Stoffen und alles Weitere bleibt bei der vollig ungenugenden Messung unsicher; hier hatten nur Dauerexpositionen mit grosserer Dispersion helfen konnen.

Solche nehmen Himstedt und von Dechend [184] vor, um die Spectren der Glimmentladung in Gasen zu finden. Messungen sind noch nicht ausgefuhrt, aber es werden unter anderem die Photographieen fur CO und CO_2 publicirt, die etwas verschiedene Spectra zeigen. Es werden genauere Mittheilungen abzuwarten sein.

Wesendonck [181] will wieder einmal die Zugehorigkeit des Swanschen Spectrums zu Kohle erweisen, indem er mit Benzin gesättigten Wasserstoff in Chlor brennen lasst, wobei das Spectrum gut auftritt. Es lassen sich natürlich auch hier alle die fruher erwahnten Einwande machen.

Gramont [183] fuhrt als characteristische Linie, d. h. die am langsten sichtbar bleibt, fur den condensirten Funken 2478 an.

Hagenbach und Konen geben in ihrem Atlas [173] die Spectren des Kohlebogens zwischen 650 und 300 $\mu\mu$, den Funken mit und ohne Selbstinduction, das Spectrum des Kohlenoxyds von 650 bis 300, den Funken in Leuchtgas und die Leuchtgasflamme.

La Rosa [186] findet, dass, wenn man zu einem Kohlebogen parallel einen Condensator schaltet, das Spectrum sich ändert, mit wachsender Capacitat immer vollstandiger das Funkenspectrum wird. Schaltet man noch Selbstinduction hinzu, so wandelt diese wieder das Funkenspectrum in das Bogenspectrum zuruck.

Bevor ich zu den Wellenlangentabellen übergehe, will ich die verschiedenen auftretenden Spectra zur grosseren Uebersichtlichkeit mit den für sie gebrauchten Namen zusammenstellen.

1. Das Funkenspectrum, tritt auf bei condensirten Funken zwischen Kohlespitzen und durch kohlehaltige Gase, im gewohnlichen Bogen

sind nur wenige Linien, im Wesentlichen nur eine sichtbar, im tonenden Bogen tritt das ganze Linienspectrum auf [186] Daruber, dass dies Spectrum zur Kohle selbst gehort, sind alle einig

2 Das Swansche Spectrum, auch Flammenspectrum, Kohlebandenspectrum, Kohlenwasserstoffspectrum genannt, Deslandres nennt es erste Gruppe der positiven Banden, Watts hat es als erstes Kohlespectrum beschrieben, Smithells will es CO zuschreiben Es tritt in allen Flammen, die C enthalten, auf, soweit nicht nur continuirliches Spectrum erscheint, bei passender Entladung in allen kohlenstoffhaltigen Gasen und Dampfen und Flussigkeiten, im Kohlebogen Es wird der Kohle selbst, den Kohlenwasserstoffen oder der CO zugeschrieben Es besteht aus funf Bandengruppen, die ich von Roth anfangend I, II, III, IV, V nenne Watts hat sie α, γ, δ, ε und f (theilweise) genannt, Lecoq von der zweiten anfangend δ, α, γ, ε, Ångstrom und Thalén erste, zweite, dritte vierte Gruppe, wahrend sie als funfte Gruppe Falsches angeben

3 Das Kohlenoxydspectrum, fruher auch fur Kohlespectrum gehalten, von Smithells fur das der Kohlensaure Watts nannte es das zweite Kohlespectrum, Deslandres bezeichnet es als zweite Gruppe der positiven Banden. Es tritt in CO und CO_2 auf, ausserordentlich leicht als Verunreinigung in allen Geisslerschen Rohren, und ist daher sehr oft als neues Spectrum fur andere Elemente beschrieben worden

4 Das Cyanspectrum, von Lockyer als Kohlebandenspectrum angesehen, auch sonst vielfach zum Swanschen Spectrum gerechnet Es tritt in der Cyanflamme auf, bei Entladungen durch Gase, die C und N enthalten, im Bogen in Luft und N-haltigen Flussigkeiten Es scheint aus sechs Bandengruppen zu bestehen, von welchen die erste im Roth besonders in der Cyanflamme auftritt, ebenso die sechste im Ultraviolett Die vier mittleren sind besonders stark im Bogen, ich bezeichne die Gruppen mit Cy I, II, III, IV, V, VI

5 Das (C + H)-Spectrum, es wird meistens mit zum Swanschen Spectrum gerechnet, da es fast ausschliesslich in den Kohlenwasserstoffflammen auftritt Aus diesem Grund ist auch die Zugehorigkeit zu C + H, etwa Acetylen, sehr wahrscheinlich, wenn auch nicht bewiesen. Konen hat das Spectrum noch bei Funken in Alcohol, Glycerin und Aether gefunden Das noch wenig genau geprufte Spectrum besteht aus sehr eigenthumlich gebauten Banden, welche von Eder mit ε, ζ, η, ϑ bezeichnet worden sind Die lichtstarkste Bande bildet einen Theil der von Watts mit f bezeichneten Gruppe des Swanschen Spectrums, ist von Ångstrom und Thalén allein als funfte Gruppe dieses Spectrums gezeichnet Lockyer hat zuerst die Meinung ausgesprochen, dass es fur C + H characteristisch sei

Die folgenden Banden sind nur von Deslandres beobachtet

6 Die dritte positive Gruppe von Deslandres, scheinbar die Fortsetzung des CO-Spectrums, aber mit anderer Structur; die Banden sind nach Violett abschattirt, die Kanten sind gemessen von 3825 bis 2295, das Spectrum

tritt bei geringem Druck in CO, CO_2, Acetylen und Cyan auf. Gehört vielleicht zu C + O.

7. Die vierte positive Gruppe von Deslandres, tritt unter denselben Bedingungen auf, wie die vorige, die Banden sind nach Roth abschattirt, werden gemessen zwischen 2631 und 2045.

8. Die erste Gruppe der negativen Banden von Deslandres. Sie tritt bei sehr geringem Druck im Kathodenlicht auf, besteht aus nach Violett abschattirten Banden, die zwischen 2897 und 2190 gemessen werden.

9. Eine Bandengruppe von Deslandres und D'Azambuja, die bei Atmosphärendruck durch Funken in CO oder CO_2 erscheint, wenn Selbstinduction und Capacität in den Stromkreis eingeschaltet ist. Die Banden sind nach Violett abschattirt, werden zwischen 4102 und 3398 gemessen.

10. Eine zweite negative Gruppe von Deslandres und D'Azambuja, die in CO_2, am besten bei 30 cm Druck am negativen Pol erscheint. Die Banden sind nach Roth abschattirt, werden zwischen 3853 und 3249 gemessen.

1. Linienspectrum der Kohle.

Ångström u. Thalen (60)		Liveing u. Dewar (93, 100)		Hartley u. Adeney (104)	Eder u. Valenta (121)		Deslandres (112)		Deslandres (127)		Exner u. Haschek (156)		Gramont (155)		
6583.0	8				6584.2	1									
6577.5	10				78.7	1							6578.5	7	
5694.1	4				—								—		1)
60.9	4				—								5662.2	3	
46.5	6				—								5648.6	3	
38.6	2				—								5641.0	3	
5379.0	1				5379.8	1							5379.9	5	
5150.5	4				5151.2	1							5151.6	7	
44.2	6				44.9	1							5144.6	7	
33.0	2				33.7	1							5132.9	7	
—		—		—	4556.3	1							—		
4266.0	10 u	—		4266.3	4267.15	4	—		4267.0	8	4267.1	10 u	4267.0	9	2)
		3919.3	8 u	3919.5	3921.38	2	3920.6	6	3921.7	5	3921.6	3 u			
		—		—	—		—		3919.7	4	—				
		3876.5	4 u	3875.7	3877.0	1	3876.7	4	—		—				
		—		—	3848.0	1	—		—		—				
		—		—	3361.0	Cy?	—		—		—				3)
		—		3167.7	—		—		3168.3	2	—				
		—		3166.0	—		—		3165.7	1	3165.65	1 u			
		2995.0	4 U	2993.1	2993.2	1	2994.5	4	2993.4	2	2993.5	1 u			
		2968.0	2 U	67.3	67.6	1	68.0	2	67.7	1	68.0	1 u			
		—		—	2905.4	1	—		—		—				

1) Gramont hält diese Linie nicht für Kohle, vielleicht sei sie Luftlinie. (Sie ist dort aber nie beobachtet.)

2) Hartmann [158] misst diese Linie zu 4267.301. Sie sei immer breit und mache den Eindruck, als sei sie doppelt.

3) Siehe (151).

Liveing u Dewar (93, 100)		Hartley u Adeney (104)	Eder u Valenta (121)		Deslandres (112)		Deslandres (127)		Exner u Haschek (156)	
2837 2	8	2836 7	2837 84	4	2837 0	6	2837 5	8	2837 80	2
36 3	8	35 9	36 91	6	36 1	6	36 4	8	36 90	4
2746 5	6U	2746 6	2747 3	3	2746 8	4	2747 5	4	2747 2	1 u
2733 2	1U	—	—		—		—		—	
2640 7	4U	2640 0	2641 4	1	—		2641 2	3	2641 3	1 u
—			2576 7	1						
—			2554 6	1						
2511 9	8	2511 6	2512 08	5	2511 9	6	2511 9	8	2512 16	4
—		68 7	2509 16	3	08 9	6	07 9	8	09 20	3
2478 3	10	2478 3	2478 64	10	2478 5	10	2478 8	10	2478 71	20
—		—	02 1	1 u	—		—		—	
—		—	2343 5	1 u	—		—		—	
—		—	42 6	1 u	—		—		—	
—		—	32 5	1 u	—		—		—	
2297 5	6	2297 7	2296 94	6	2296 5	8	2297 0	8	2296 96	5

2. Bandenspectrum der Kohle, Swansches Spectrum.

	Ångstrom u Thalén (60)	Hasselberg (77)	Kayser u Runge (114)	Eder u Valenta (139)	Watts (174)	Hinrichs (162)	Leinen (172)
Gruppe I	6187 3	6186 4		6188	6188 1		
	6119 0	6121 0		6120	6120 0		
	6056 3	6050 8 ?		6052	6052 0		
	6000 8	5993 0 ?		5999	5999 0		
	5953 5	5951 0		5955	5955 0		
Gruppe II	5633 0	5636 4	5635 43	5635	5635 4		
	5583 0	5585 1	5585 50	5585	5585 5		
	5538 0	5537 5	5540 86	5541	5540 9		
	5500 0	5500 6		5501	5500 0		
	5466 0	5471 6		5471	5470 0		
				5442			
				5423			
Gruppe III	5164 0	5164 4	5165 30	5165	5165 2		5165 473
	5128 0	5128.2	5129 36	5129	5129 4		5129 579
	5097 5	5096 9		5096	5101 0		
				5084	5081 9		
Gruppe IV	4736 0	4734 8	4737.18	4737 25	4737 2	4737 147	
	4714 0	4712 8	4715 31	4715 37	4715 3	4715 453	
	4697 0	4695 3	4697 57	4697 66	4697 6	4697 601	
	4682 0	4683 5	4684 94	4684 58	4684 0	4683 491	
		4676 7		4680 25	4677 0	4672 979	
						4666 100	
						4662 848	
Gruppe V			4381 93	4380 91	4381 9		
			4371 31	4371 14	bis		
			4365 01	4364 27	4356 9		

In der Gruppe 5635 und 5165 haben Ångström und Thalen noch eine Anzahl Linien gemessen. Die Gruppe 5165 und 4737 haben Kayser und Runge [114] gemessen. Besonders genau ist 4737 von Hindrichs [162] untersucht, 5165 von Leinen [172].

Ob zu diesem Spectrum die Banden gehören, welche im Kohlebogen im Ultraroth gefunden worden sind, oder ob dies Cyanbanden sind, da sie nach Roth abschattirt sind, ist nicht bekannt. Ich führe die unvollkommenen Messungen hier an.

Snow (120)	Bergmann (117)	Coblentz (180)
	640	
700 μμ	700	
785	790	
900	920	
1075	1090	1090
1370	1400	1200

An der Bande 5165 ist eine Veränderlichkeit bemerkt worden. Diese Bande hat sehr interessante Structur (siehe Kayser und Runge [114], Beschreibung und Photographie): von der ersten Kante geht eine Serie sehr enger Paare aus, zwischen welchen je ein Triplet liegt. Im Bogen sind die Paare stark, die Triplets sehr schwach. Nun bemerkt Runge [139a], dass im Geisslerrohr, welches A und Kr enthielt, die Triplets stark, die Paare schwach sind, und denkt an eine Beeinflussung durch Argon (Ramsay hatte anfangs geglaubt, eine Verbindung von A und C erhalten zu haben, auch ein besonderes Gas Metargon gefunden zu haben, das aber nach Schuster die Kohlebanden zeigte). Diese Veränderung ist aber zweifellos nur eine Folge des kleinen Druckes. Hagenbach [169] findet, dass umgekehrt beim Bogen, der unter erhöhtem Druck brennt, die Paarserie an Intensität gewinnt, und das Intensitätsmaximum der Bande vom Kopf nach der Mitte zu rückt.

3. Kohlenoxydspectrum.

Ångström u. Thalén (60)		Watts (174)	Loos (157)
6853	1 u		
6748	1 u		
a 6622.0	3		
6462	1 u		
b 6298.5	2		
6128	1 u		
a 6078.0	4	6079.0	
5900	1 u		
b 5817.0	3		
5689	1 u		
a 5607.5	5	5610.3	5610.265
5449	1 u		

Ångstrom u Thalen (60)		Watts (174)	Loos (157)	Deslandres (112)
b 5397 5	3			
5370	1			
5280	1 u			
a 5197 0	5	5198 3	5198 330	
5090	1 u			
b 5015 0	2			
4970	1 u			
4900	1 u			
a 4833 5	4	4835 4	4835 436	
b 4697 0	2			
4630	1			
4580	1 u			
a 4509 0	4	4511 0	4511 046	
b 4394 0	3	4393 2	4393 161	
4300	1 u			
a 4209 0	1			
b 4131 0	3	4123 4	4123 415	
				3893 1

Ångström und Thalén theilen die nach kurzen Wellen abschattirten Banden in zwei Serien, die oben mit a und b bezeichnet sind. Dazwischen liegen nach beiden Seiten unscharf begrenzte Bänder, die auch aus Linien bestehen. Einzelne Theile der Banden haben schon Ångstrom und Thalen gemessen, andere Smyth und Herschel [97], genaue Messungen giebt nur Loos. Eine gute Photographie geben Hagenbach und Konen — Ångstrom und Thalén geben nicht alle oben angeführten Banden in der Tabelle, sondern die schwächeren nur in der Zeichnung. Ihre Wellenlängen, sowie die Intensitäten aller, entnehme ich Watts, Index of spectra.

4. Cyanspectrum.

	Dibbits (22)	Mitscherlich (24)	Thalén (29)	Salet (110 a)
Gruppe I	7080	727	7102	690
	6906	695	6938	666
	6657	666	6670	647
	6486	649	6477	6355
	6334	632	6344	634
	—	—	—	6215
	6193	618	6200	620
	6010	601	6022	601
	—	—	—	5875
	5892	588	5888	586
	—	—	—	575
	5750	573	5746	5733
	—	—	—	5618
		562	5632	5607
		—	—	560
		547	5498	548
		537	5389	5358
		522	5245	524

	Kayser und Runge (114)	Crew und Basquin (126)	Exner und Haschek (116)	Deslandres (112)	Jungbluth (165)
Gruppe II	4606 33	4606 33			
	4578 19	4578 19			
	4553 31	4553 31			
	4532 06	4532 06			
	4514 95	4514 95			
	4502 35	4502 35 ?			
Gruppe III	4216 12		4216 13		
	4197 24		4197 23		
	4180 98		4181 00		
	4167 77		4167 79		
	4158 17		4158 18		
	4152 88 ?				
Gruppe IV	3883 55		3883 50	3883 1	3883 558
	3871 54		3871 51	3871 4	3871 526
	3861 86		3861 86	3862 1	3861 846
	3855 06			3854 7	3854 849
				3850 9	
Gruppe V	3590 48		3590 49	3590 3	
	3585 95		3585 97	3585 8	
	3584 06		3584 03	3583 7	
Gruppe VI				3360 1	

Die Banden der rothen Gruppe I sind nach Roth abschattirt, sie haben mit dem übrigen gesetzmässig gebauten Spectrum offenbar nichts zu thun Sie sind nur in Zeichnungen angegeben, also sehr ungenau bekannt. Die Zahlen von Dibbits und Thalén sind nach einer Reduction der Zeichnungen durch Watts dessen Index of spectra entnommen, die Zahlen von Mitscherlich habe ich selbst aus der Zeichnung berechnet. Aus der Zeichnung von Plücker und Hittorf erhält man noch mehr abweichende Zahlen.

In den anderen Gruppen sind die Banden nach Violett abschattirt Die Gruppe VI tritt im Bogen nicht auf, sie ist zuerst von Liveing und Dewar als 3360 angegeben, dann noch von Eder und Valenta als 3361 Die Gruppen III, IV und V sind von Kayser und Runge genau ausgemessen, noch erheblich genauer IV von Jungbluth Nach diesem liegen die Schwänze bei 3658 275, 3628 984, 3603 12, 3579, wobei der erste Schwanz zur vierten Kante 3854 gehört, der letzte zur ersten

Auch die Gruppe III besitzt Schwänze, die freilich noch nicht genauer gemessen worden sind, sie liegen bei etwa 3909, 3944, 3984, 4029, 4078 Man sieht sie ausserst deutlich in der Photographie des Atlas von Hagenbach und Konen, Tafel 28, Nr 278 —

Die Cyanbanden kehren sich relativ leicht gegen einen helleren Hinter-

grund um, und die Umkehrung ist mehrfach beschrieben worden, so z B von Liveing und Dewar [92], und von Petavel und Hutton [160]

Bei der Bande 3883 tritt bei kleinem Druck im Geisslerrohr ein Intensitatsminimum in der Gegend von 3873 auf, worauf zuerst wohl Deslandres [166a] hingewiesen hat Die Erscheinung ist genauer von Haverkamp [187] untersucht:

Von der Kante 3883 5 gehen im Wesentlichen zwei Serien aus, von welchen die eine, anfangs starkere, aus einfachen Linien zu bestehen scheint, wahrend die andere aus Paaren besteht Im Bogen unter Atmospharendruck nimmt die Intensitat der einfachen Serie schnell ab, bei etwa 3875 3 fehlt eine Linie, dann nimmt die Intensitat wieder schnell zu, und diese Serie lauft als Hauptserie auch uber die folgenden Kanten fort, und hat sich bis 3640 verfolgen lassen — Die Serie von Paaren, die anfangs schwacher ist, wachst an Intensitat, so dass sie von etwa 3882 an uber die einfache Serie uberwiegt, und bei Atmospharendruck in dem Stuck von etwa 3876 bis 3873 die Helligkeit hauptsachlich hervorruft — Wird nun der Druck kleiner, so bleibt die Intensitat der einfachen Serie unverandert, die der Paarserie nimmt sehr bedeutend ab, bei etwa 10 mm Druck ist ihre Intensitat ein Minimum, um dann wieder zu wachsen Dadurch entsteht bei kleinem Druck zwischen 3876 und 3873 sehr geringe Helligkeit

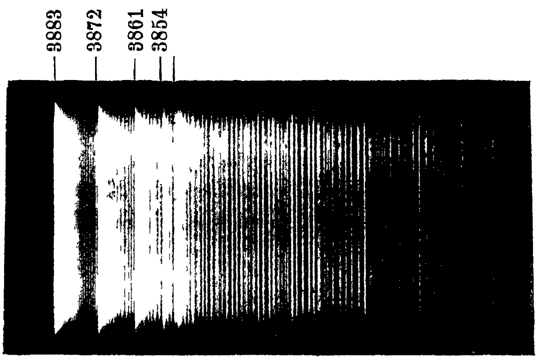


Fig 1

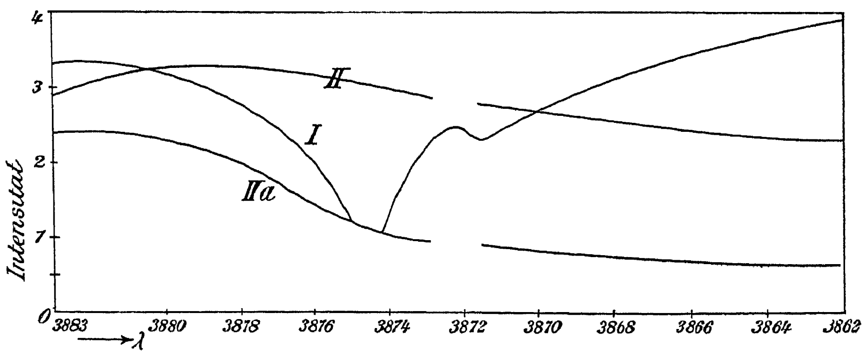


Fig 2

Die nebenstehende Figur 1 giebt ein Bild der wichtigen Bandengruppe, auf welchem man freilich das Detail der beiden Serien nicht erkennen kann

Figur 2 giebt nach der Untersuchung von Haverkamp die Intensitäten Curve I für die einfache Serie, Curve II für die Paarserie bei Atmosphärendruck, Curve IIa für die Paarserie bei kleinem Druck. Haverkamp findet, dass das Intensitätsminimum bei kleinem Druck durch Einschaltung einer Capacität sofort zum Verschwinden gebracht wird, während Selbstinduction oder Funkenstrecke keinen Einfluss haben.

5. (C + H)-Banden.

Bei Besprechung der Kohlespectra habe ich wiederholt eine Gruppe bei 4315 erwähnt, welche wohl von Lockyer zuerst als characteristisch für die Flamme von Kohlenwasserstoffen angegeben wurde, die man daher zweckmässig einer Verbindung C + H zuschreiben wird. Auch ist schon erwähnt, dass vielfach bemerkt worden ist, dass die Gruppe wesentlich anderes Aussehen hat, als die C- und Cy-Banden, und dass oft mehr oder weniger oberflächliche Zeichnungen gegeben worden sind, auch einige kleine Photographieen veröffentlicht wurden. Eine der besten giebt Eder [116]: man sieht, dass die Gruppe complicirt gebaut ist, und man kann vier Theile unterscheiden, welche Eder mit den Buchstaben ε, ζ, η, ϑ bezeichnet hat. ε reicht nach dieser Abhandlung von 4371 bis 4325 und ist nach beiden Seiten abschattirt. Dann folgt das Hauptband, welches von 4315 beginnend allmählich nach Violett verläuft, ohne dass ein deutliches Ende sichtbar wäre. Vielmehr wird nach dem Minimum das Band allmählich wieder stärker und endigt mit 2 Kanten 3890 und 3873; diesen Theil nennt Eder η. Endlich folgt noch ein Band ϑ, welches η sehr ähnlich gebaut, also nach Roth abschattirt ist, und welches

Band ε Band ζ

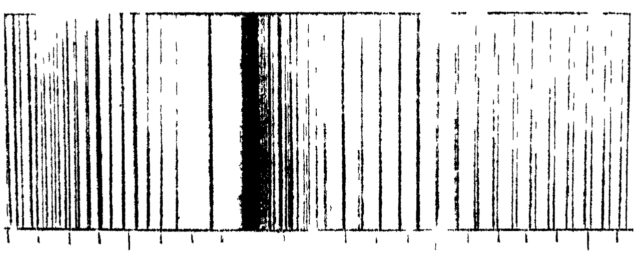


Fig. 3.

von etwa 369 bis 363 geht; es ist äusserst schwach, so dass auf der Photographie nichts davon zu sehen ist. Später haben Eder und Valenta [139] eine genaue Messung dieser Banden ausgeführt, und eine Zeichnung der Banden ε und ζ veröffentlicht, welche ich in Figur 3 reproducire. — Deslandres [107a] giebt eine Zeichnung des Theiles η, und eine Formel dafür.

Dann hat Herr Mertens in einer noch nicht veröffentlichten Arbeit die Structur dieser Banden aufzuklären versucht. Von 4395 an erscheinen zwei allmählich stärker werdende Serien, die sich zu Paaren lagern, und angenähert dem Deslandres'schen Gesetze folgen, vielleicht ist in Wahrheit jede Linie wieder ein Paar, der Anfang der Serien berechnet sich zu etwa 4415, sie seien I und II genannt. Von 4360 an legt sich noch eine Serie III darüber. Bei 4324 endigt dieser Theil scheinbar in einer starken Doppellinie, deren beide Linien aber mehrfach sind. Bei 4314 setzt das Band ζ ein, in welchem man zunächst eine Serie verfolgen kann, die V heisse, von 4280 an noch eine, IV. Aber sehr bald wird auch für ζ eine Paar-Serie characteristisch, und es zeigt sich, dass diese nichts anderes ist, als die Fortsetzung der beiden Serien von ε; auch die Serie III lässt sich hier finden. Die Banden ε und ζ gehören also zusammen: das Wesentliche ist das Band ε, welches äusserst schwach beginnt, stärker wird, wieder abnimmt und dessen Paare sich bis 4160 verfolgen lassen. In dieser Paarserie fehlt ein Glied bei etwa 4318, dafür legt sich von 4314 an eine neue Serie darüber, die Kante von ζ bildend, die aber bald abklingt, bei etwa 4280, um die Paarserien allein übrig zu lassen. Diese Paarserie tritt in der Figur 3 deutlich hervor; sonst ist die Figur nicht ganz richtig.

Nachdem die Paare bei etwa 4160 unphotographirbar schwach geworden, beginnen bei etwa 4070 wieder Linien sichtbar zu werden, die allmählich an Intensität gewinnen und eine deutliche Serie von Paaren zeigen, auf welche sich freilich noch andere Serien auflagern. Dies ist die Gruppe η, die in zwei Kanten bei 3890 und etwa 3871 ausläuft. Weiterhin folgt das ausserordentlich schwache Band ϑ, welches ähnlich wie η gebaut zu sein scheint, aber von Mertens nicht gemessen werden konnte. Eder misst Linien zwischen 3687 und 3628.

Man ist versucht, die nach Roth abschattirten Bänder η und ϑ als Schwänze der nach Violett abschattirten ε und ζ anzusehen, der Abstand der Paare scheint das aber unmöglich zu machen: er wächst nämlich in ε von 2.2 bis 5.4 Å, dann in ζ weiter bis 6.5, um dann wieder bis 5.3 abzunehmen. Wo die Paare in η sichtbar werden, haben sie einen Abstand von etwa 10 Å. Die Annahme, dass innerhalb einer Serie der Abstand mehrfach ab- und zunimmt, widerspräche allem, was bisher bekannt ist.

Diese Banden treten, wie bemerkt, in allen Kohlenwasserstoffflammen auf, nicht im Kohlebogen, auch nicht bei Funken in verdünnten Kohlenwasserstoffen[1]. Dagegen sind sie noch gefunden von Konen [149] bei Entladungen durch Alcohol, Glycerin, Aether. Ferner hat Brooks [182] sie erhalten, als er Hochfrequenz-Wechselstrom zwischen Mg-Electroden in Leuchtgas von kleinem Druck übergehen liess, es tritt dabei eine bogenartige Flamme auf, welche die Bandengruppe zeigt.

1) Prof. Konen theilt mir mit, dass er die Gruppe einmal auch im Geisslerrohre erhalten hat.

6. Die dritte positive Gruppe von Deslandres

Deslandres (111, 112)	
3825 1	2
3698 7	4
3612 7	2
3492 7	6
3418 4	2
3305 3	8
3241 8	4
3134 6	8
3079 9	4

Deslandres (111, 112)	
2976 3	10
2832 0	10
2792 75	10
2711 35	4
2665 15	8
2597 1	4
2489 9	2
2389 0	2
2295 2	2

Diese Banden, die nach kurzen Wellenlängen abschattirt sind, hält Deslandres für zu CO gehörend Jede Zahl entspricht dem ersten Kopf einer Bandengruppe, Deslandres zeichnet eine solche Gruppe, welche sechs Kanten enthält Das Spectrum ist somit ungemein complicirt — Einen Theil dieser Banden sieht man auf der Photographie von Hagenbach und Konen [169] für das Spectrum des CO

7. Die vierte positive Gruppe von Deslandres.

Deslandres (111, 112)	
2631 55	4
2599 0	6
2568 2	4
2556 8	2
2538 7	4
2524 1	4
10 8	6
2492 7	4
84 2	4
63 3	4
58 8	2
35 0	8
25 0	6
07 4	8

Deslandres (111, 112)	
2394 0	6
81 5	8
64 8	6
56 3	4
37 7	6
32 5	2
11 4	8
09 7	4
01 7	2
2286 2	8
73 5	4
61 6	4
46 7	4
37 8	4

Deslandres (111, 112)	
2220 7	6
15 3	10
2195 9	2
94 0	4
88 1	8
72 3	8
61 6	8
49 9	8
36 5	2
27 8	6
12 7	8
2089 3	8
66 8	6
45 6	

Die Banden sind sämmtlich nach kurzen Wellenlängen abschattirt Die Messung ist nicht vollständig, einige Kanten fehlen Die ganze Reihe zerfällt in mindestens fünf Serien Der Ursprung ist nicht aufgeklärt

8. Die erste negative Gruppe von Deslandres.

Deslandres (159)		
2897 11	10	
83 86	10	
2786 51	1	IV
53 65	1	III
23 06	3	II
2694 80	2	I

Deslandres (159)		
2639 63	4	IV
07 95	4	III
2578 39	6	II
51 20	5	I
05 39	3	IV
2475 10	4	III

Deslandres (159)		
2446 69	8	II
20 29	8	I
2353 23	4	III
25 93	7	II
00 36	7	I
2190 51	4	I

Die beiden ersten Banden sind anders gebaut, als die folgenden, sie sind nach beiden Seiten abschattirt, während die folgenden 16 sämmtlich nach Roth abschattirt sind Sie zerfallen in vier ähnliche Serien und sind entsprechend bezeichnet. Sie gehören wohl zur Kohle selbst

9. Gruppe von Deslandres und D'Azambuja [168]

4680 62?	
4372 57?	
4102 47	5
3852 26	8
3607 44	6

3593 43	4
3587 83	6
3399 87	1
3398 20	4

Die beiden ersten Banden sind unsicher, da sie durch Swansche Banden überdeckt sind. Alle Banden sind nach kurzen Wellenlängen abschattirt Ihr Ursprung ist unbekannt

10. Zweite negative Gruppe von Deslandres und D'Azambuja [168]

3852 9	8
49 5	8
3674 9	8
71 0	8
63 0	8
3511 5	9
06 8	7
03 6	8

3377 9	7
75 4	6
72 8	6
3270 5	8
54 6	4
51 0	2
49 4	2

Alle Banden sind nach langen Wellen abschattirt Ihr Ursprung ist unbekannt

CALCIUM (Ca = 40 09)

Litteratur

[1] J F W Herschel, On the absorption of light by coloured media and on the colours of the prismatic spectrum exhibited by certain flames, Trans Roy Soc Edinburgh 9, II p 445—460 (1823) In Alcoholflamme

[2] W A Miller, Experiments and observations on some cases of lines in the prismatic spectrum Phil Mag (3) 27 p 81—91 (1845) In Alcoholflamme

[3] van der Willigen, Ueber das electrische Spectrum Pogg Ann 107 p 473—478 (1859) Funke

[4] G Kirchhoff und R Bunsen, Chemische Analyse durch Spectralbeobachtungen Pogg Ann 110 p 161—189 (1860) In Bunsenflamme

[5] G Kirchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und die Spectra der chemischen Elemente Abhandl Berl Akad 1861 p 63—95, 1863 p 227—240 Funke

[6] F W and A Dupre, On the existence of a fourth member of the calcium group of metals Phil Mag (4) 21 p 86—88 (1861) Veranderlichkeit des Spectrums

[7] W Crookes, On the supposed new member of the calcium group of metals Chem News 3 p 129—130 (1861) Veränderlichkeit des Spectrums

[8] G Kirchhoff und R Bunsen, Die Spectren der Alcalien und alcalischen Erden Zs f analyt Chem 1 p 1—2 (1862) In Flamme

[9] A Mitscherlich, Beitrag zur Spectralanalyse J f pract Chem 86 p 13—20 (1862) Pogg Ann 118 p 499—507 (1862) Verbindungsspectra

[10] J P Cooke jr, An improved spectroscope Amer J (2) 36 p 266—267 (1863) Banden aufgelost

[11] A Mitscherlich, Ueber die Spectren der Verbindungen und der einfachen Korper Pogg Ann 121 p 459—488 (1864) Verbindungsspectra,

[12] W Huggins, On the spectra of some of the chemical elements Phil Trans 154, II p 139—160 (1864) Funke

[13] J Plucker and J W Hittorf, On the spectra of ignited gases and vapours, with especial regard to the different spectra of the same elementary gaseous substance Phil Trans 155 p 1—29 (1865) Linien und Banden in Flamme

[14] E Diacon, Recherches sur l'influence des eléments electro-negatifs sur le spectre des metaux Ann chim et phys (4) 6 p 5—25 (1865) Verbindungsspectra

[15] R Thalen, Om Spectralanalys Upsala Univers årsskr (1866) Funke, Zeichnung

[16] R Thalén, Memoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies metalliques Nova acta reg soc sc Upsal (3) 6 (1868) Funke

[17] Lecoq de Boisbaudran, Sur la constitution des spectres lumineux C R 69 p 445—451, 606—615, 657—664, 694—700 (1869) Verbindungen

[18] H Fleck, Ueber die Anwendung eines Reflectors bei Spectraluntersuchungen J f pract Chem 111 p 352—355 (1871) Veranderlichkeit

[19] R Blochmann, Ueber das Calciumspectrum J f pract Chem 112 p 282—286 (1871) Veranderlichkeit

[20] J N Lockyer, Researches in spectrum analysis in connection with the spectrum of the sun No IV Phil Trans 164 p 805—813 (1874) Bogen Lange der Linien

[21] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux, Paris 1874 Funke nach Losung, Flamme

[22] J N Lockyer and W Chandler Roberts, On the absorption spectra of metals volatilized by the oxyhydrogen flame Proc Roy Soc **23** p 344—349 (1875) Absorption durch Dampfe

[23] R Bunsen, Spectralanalytische Untersuchungen Pogg Ann **155** p 230—252 366—384 (1875) Funke und Flamme

[24] Rand Capron, Photographed spectra London 1877 Photographie

[25] G Ciamician, Ueber die Spectren der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen Wien Ber **76**, II p 499—517 (1877) Verbindungen

[26] A Gouy, Recherches sur les spectres des métaux a la base des flammes C R **84** p 231—234 (1877) Salze in Flamme verstaubt

[27] G D Liveing, Note on the spectra of calcium fluoride Proc Cambridge Phil Soc **3**, 3 p 96—98 (1878) Fluorid in Bunsenflamme

[28] G D Liveing and Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours Proc Roy Soc **28** p 352—358, 367—372, 471—478 (1879) Umkehrungen

[29] J N Lockyer, Note on some spectral phenomena observed in the arc produced by a Siemens' machine Proc Roy Soc **28** p 425—428 (1879) Dissociation

[30] J N Lockyer, On a new method of studying metallic vapours Proc Roy Soc **29** p 266—272 (1879) Dissociation

[31] G D. Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours Proc Roy Soc **29** p 402—406 (1879) Umkehrung

[32] J Parry and A E Tucker, On the application of the spectroscope to the analysis of iron and steel Engineering **27** p 127—128, 429—430, **28** p 141—142 (1879) Funke

[33] J L Schonn, Ueber ultraviolette Strahlen Wiedem Ann **9** p 483—492, **10** p 143—148 (1880) Linien im Ultraviolett

[34] G Ciamician, Spectroscopische Untersuchungen Wien Ber **82**, II p 425—457 (1880) Funke

[35] W de W Abney, Note on the spectrum of sodium Proc Roy Soc **32** p 443—444 (1881) Ultraroth

[36] G D Liveing and J Dewar, On an arrangement of the electric arc for the study of the radiation of vapours, together with preliminary results Proc Roy Soc **34** p 119—122 (1882) Umkehrung, Banden.

[37] G D Liveing and J Dewar, On the ultra-violet spectra of the elements Phil Trans **174**, I p 187—222 (1883) Bogen

[38] G D Liveing and J Dewar, On the circumstances producing the reversal of spectral lines of metals Proc Cambridge Phil Soc **4**, 5 p 256—265 (1882) Umkehrung

[39] A Cornu, Sur les raies telluriques, qu'on observe dans le spectre solaire au voisinage des raies D J école polytechn **53** p 175—212 (1883) Linien im Gelb

[40] H Becquerel, Spectres d'emission infra-rouge des vapeurs metalliques C R **97** p 71—74 (1883), Ann chim et phys (3) **30** p 5—68 (1883) Ultraroth

[41] H Becquerel, Spectres d'emission infra-rouges des vapeurs metalliques C R **99** p 374—376 (1884) Ultraroth

[42] W N Hartley, Researches in spectrum photography in relation to new methods of quantitative chemical analysis Phil Trans **175**, I p 49—62 (1884) Funke nach Losung

[43] R Thalén, Sur le spectre du fer obtenu a l'aide de l'arc électrique Nova acta reg soc sc Upsal (3) **12** p 1—49 (1884) Einige Bogenlinien

[44] J N Lockyer, Researches on the spectra of meteorites Proc Roy Soc **43** p 117—156 (1887) In Flammen

[45] V Schumann, Zur Photographie der brechbarsten Strahlen Photogr. Rundschau **41** p 71—80 (1890) Vorhandensein kurzester Wellenlangen

[46] H Kayser und C Runge, Ueber die Spectren der Elemente 4 Abschnitt Abhandl Berlin Akad 1891, Wiedem Ann **43** p 384—409 (1891) Bogen, Serien

[47] J M Eder und E Valenta, Ueber einige neue Linien im brechbarsten ultravioletten Emissionsspectrum des metallischen Calciums Wien akadem Anz **29** p 252—253 (1892), Beitrage zur Photochemie p 57 Kurze Wellenlangen

[48] J M Eder und E Valenta, Ueber den Verlauf der Bunsenschen Flammenreactionen im ultravioletten Spectrum Denkschr Wien Akad **60** p 467—476 (1893), Beiträge zur Photochemie p 87—98 Flamme

[49] J R Rydberg, Beitrage zur Kenntniss der Linienspectra Wiedem Ann **50** p 625—638 (1893) Serien

[50] D Cochain, Sur les spectres de flammes de quelques métaux C R **116** p 1055—1057 (1893) In Flamme

[51] W N Hartley, Flame spectra at high temperatures I Oxy-hydrogen blowpipe spectra Proc Roy Soc **54** p 5—7 (1893), Phil Trans **185** A p 161—212 (1894) Knallgasflamme

[52] H Kayser und C Runge, Beiträge zur Kenntniss der Linienspectra Wiedem Ann **52** p 114—118 (1894) Serien

[53] J R Rydberg, Beitrage zur Kenntniss der Linienspectra Wiedem Ann **52** p 119—131 (1894) Serien

[54] O Vogel, Ueber die Anwendung der Leuchtgasflamme zu spectralanalytischen Mineraluntersuchungen Zs f anorgan Chem **5** p 42—62 (1894) In Flamme

[55] E P Lewis, The measurement of some standard wave-lengths in the infra-red spectra of the elements Astrophys J **2** p 1—25, 106—108 (1895) Ultraroth

[56] E Demarçay, Spectres electriques Paris 1895 Funke nach Losung

[57] H A Rowland, Preliminary table of solar spectrum wave-lengths Chicago 1896 bis 1898 Linien in Sonne

[58] Sir W and Lady Huggins, On the relative behaviour of the H and K lines of the spectrum of calcium Proc Roy Soc **61** p 433—441 (1897) Veränderlichkeit.

[59] W J Humphreys, Changes in the wave-frequencies of the lines of emission spectra Astrophys J **6** p 169—232 (1897) Druckverschiebung

[60] A Schuster, On the constitution of the electric spark Rep Brit Ass 1897 p 557—558 Funke.

[61] F Exner und E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Metalle Wien Ber **106**, IIa p 1127—1152 (1897) Funkenspectrum

[62] A de Gramont, Analyse spectrale de quelques minéraux non conducteurs par les sels fondus et reactions des éléments C R **126** p 1513—1515 (1898), Bull soc franç de Mineral 1898 Funke

[63] J M Eder und E Valenta, Ueber das Funkenspectrum des Calciums und Lithiums und seine Verbreiterungs- und Umkehrungserscheinungen Denkschr Wien Akad **67** (1898), Beiträge zur Photochemie p 333—344 Funke

[64] A Schuster and G Hemsalech, The constitution of the electric spark Phil Trans **A 193** p 189—213 (1899)

[65] J N Lockyer, The present standpoint in spectrum analysis Nat **59** p 585—588 (1899) Dissociation

[66] H Lehmann, Die ultrarothen Spectren der Alcalien Freiburg i Br 1900 Ultraroth

[67] H Reese, An investigation of the Zeeman effect Astrophys J **12** p 120—135 (1900) Zeeman-Effect

[68] S Friedlander, Ueber die Bestimmung von Chlor, Brom und Jod durch Beobachtung von Flammenspectren . Dissert Berlin 1900 Verbindungen.

[69] H Lehmann, Photographie der ultrarothen Spectren der Alcalimetalle Dissert Freiburg 1901, Ann d Phys (4) **5** p 633—658 (1901) Ultraroth

[70] W N Hartley and H Ramage, Banded flame spectra of metals Trans Roy Dublin Soc (2) **7** p 339—352 (1901) Banden

[71] C Runge und F Paschen, Ueber die Zerlegung einander entsprechender Serienlinien im magnetischen Felde Berlin Ber 1902 p 720—730, Astrophys J **16** p 123 bis 134 (1902) Zeeman-Effect

[72] H Lehmann, Photographie der ultrarothen Spectren der Erdalcalimetalle Ann d Phys (4) **8** p. 643—651 (1902) Ultraroth

[72a] F Exner und E Haschek, Tabelle der Funkenspectra Wien 1902

[73] H Crew and J C Baker, On the thermal development of the spark spectrum of carbon Astrophys J **16** p 61—72 (1902) Funke durch Dampf des Bogens

[74] J Trowbridge, On the gaseous constitution of the H and K lines of the solar spectrum, Americ J (4) **15** p 243—248 (1903) H und K sollen nicht Ca sein

[75] O Lummer und E Pringsheim, Zur anomalen Dispersion der Gase Physik Zs **4** p 430—431 (1903) Anomale Dispersion

[76] A S King, Some effects of change of atmosphere on arc spectra with reference to series relations Astrophys J **18** p 129—150 (1903) Bogen in verschiedenen Gasen

[77] W von Bolton, Ueber electrodisches Leuchten und eine neue spectroscopische Methode Zs f Electrochem **9** p 913—922 (1903) Leuchten bei Electrolyse

[78] H Ebert, Die anomale Dispersion und die Sonnenphanomene Astron Nachr **162** p 193—196 (1903), Physik Zs **4** p 473—476 (1903) Anomale Dispersion.

[78a] E Wiedemann, Ueber Verbindungsspectren Festschrift fur Boltzmann, Leipzig bei Barth 1903, p 826—831 Bogenspectra der Haloidverbindungen

[79] Ch Fabry, Sur le spectre du fluorure de calcium dans l'arc électrique C R **138** p 1581—1584 (1904), C R **140** p 578—581 (1905), J de phys (4) **4** p 245—252 (1905) Astrophys J **21** p 356—367 (1905) Fluoridbanden

[80] J Steinhausen, Ueber „enhanced lines". Dissert Bonn 1904, Zs f wiss Photogr **3** p 45—48 (1905) Verstarkte Linien

[81] F Exner und E Haschek, Tabellen der Bogenspectra Wien 1904

[82] H Hermann, Messung der Wellenlangen rother Linien in einigen Bogenspectren Dissert Tubingen 1904 Ann d Phys (4) **16** p 684—707 (1905) Ultraroth

[83] Ch de Watteville, Spectres de flammes These, Paris 1904, Phil Trans **A, 204** p 139—168 (1904) In Flammen mit Pulverisator

[84] H W Morse, Spectra from the Wehnelt interruptor Astrophys J **19** p 162—186 (1904) Im Wehneltunterbrecher

[85] L Puccianti, Metodo interferenziale per lo studio della dispersione anomala nei vapori Mem soc spettr Ital **33** p 133—138 (1904) Anomale Dispersion

[86] A S King, A study of the causes of variability of spark spectra Astrophys J **19** p 225—238 (1904) Veranderlichkeit des Spectrums

[87] Ch de Watteville, Sur le spectre de l'arc C R **138** p 485—486 (1904) Verschiedene Phasen des Bogens.

[88] A S King, Ueber Emissionsspectra von Metallen im electrischen Ofen Ann d Phys (4) **16** p 360—381 (1905), Astrophys J **21** p 236—257 (1905) Im electrischen Ofen

[89] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectra Jena 1905 Funken und Bogen

[90] L Puccianti, Alcune osservazioni critiche ed esperienze nuove relativa ai fondamenti della spettroscopia celeste Nuovo Cim (5) **9** p 1—85 (1905) Anomale Dispersion

[91] F A Saunders, Note on narrow triplets in the spectra of calcium and strontium Astrophys J **21** p 195—196 (1905). Neue Linien

[92] W J Humphreys, Reversal of bands Astrophys J **22** p 220—221 (1905) Fluoridbanden

[93] L Puccianti, Esperienze sulla dispersione anomala dei vapori metallici nell'arco elettrico alternativo che illustrano la questione degli spettri molteplici di un elemento Acc Lincei, Mem (5) **6** p 27—35 (1906)

[94] Ch M Olmsted, Die Bandenspectra nahe verwandter Verbindungen Dissert Bonn 1906, Zs f wiss Photogr **4** p 255—333 (1906) Verbindungen

[95] P G Nutting, Line structure Astrophys J **23** p 64—78 (1906) Structur der Linien

[96] W W Coblentz, Infra red emission spectra Physic Rev **22** p 1—30 (1906) Keine ultrarothe Linien bis 1 μ

[97] J Rosch, Untersuchungen uber die Structur der Banden im Spectrum der Effectkohlen, sowie des Baryumfluorids Dissert Bonn 1906, Zs f wiss Photogr **4** p 384—393 (1906). Fluorverbindung

[98] W N Hartley, On the thermo-chemistry of flame spectra at high temperatures Proc Roy Soc A **79** p 242—261 (1907) Flammen

[99] W N Hartley, On some devices facilitating the study of spectra Proc Roy. Dublin Soc (2) **11** p 237—242 (1907) In Flammen

[100] W N Hartley, Note on the spectra of calcium and magnesium as observed under different conditions Proc Roy Dublin Soc (2) **11** p 243—246 (1907) In Flamme

[101] A de Gramont, Sur les raies ultimes ou de grande sensibilite des metaux, dans les spectres de dissociation C R **144** p 1101—1104 (1907) Hauptlinien

[102] Fr Schon, Beitrage zur Kenntniss der anomalen Dispersion von Metalldämpfen Dissert Jena 1907. Anomale Dispersion

[103] W Miller, Zeeman-Effect an Mg, Ca, Sr, Zn, Cd, Mn und Cr Dissert Gottingen 1907, Ann d Phys (4) **24** p 105—136 (1907)

[104] G E Hale and W S Adams, Second paper on the cause of the characteristic phenomena of sun spot spectra Astrophys J **25** p 75—94 (1907) Rothe Bogenlinien

[105] J H Pollock and A G G Leonard, On the quantitative spectra of barium, strontium, Proc Roy Dublin Soc (2) **11** p 229—236 (1907). Hauptlinien.

[106] W J Humphreys, Arc spectra under heavy pressure Astrophys J **26** p 18—35 (1907) Druckverschiebung

[106a] W N Hartley, An investigation of the connexion between band and line spectra of the same metallic elements. Trans Roy Dublin Soc (2) **9** p 85—138 (1908) Banden und Linien

[107] C Meisenbach, Untersuchungen uber den rothen Theil des mit Calciumchlorid erzeugten Bogenspectrums Dissert Bonn 1908, Zs f wiss Photogr **6** p 258—269 (1908)

[108] Ch M Olmsted, Sun-spot bands which appear in the spectrum of a calcium arc burning in the presence of hydrogen Astrophys J **27** p 66—69 (1908) Banden einer H-Verbindung

[109] A Dufour, Sur un cas exceptionel du phénomène de Zeeman C R **146** p 118—121 (1908) Zeeman-Effect an Fluoridbanden

[110] W W Coblentz, Ultrarothe Emissionsspectren Physik Zs **9** p 60—64 (1908) Keine ultrarothe Linien im Bogen bis 4 μ

[111] J Barnes, On the spectrum of calcium Astrophys J **27** p 152—157 (1908) Umkehrungserscheinungen

[112] G A Hemsalech et Ch de Watteville, Etude spectroscopique de flammes de diverses natures C R **146** p 748—751 (1908) Flamme mit Funkenstaub

[113] G A Hemsalech et Ch de Watteville, Sur les spectres de flamme du calcium. C R **147** p 188—190 (1908) Flamme mit Funkenstaub

[114] W Ritz, Ueber ein neues Gesetz der Serienspectren Physik Zs **9** p 521—529 (1908) Serien

[115] A Dufour, Modification normales et anormales, sous l'influence d'un champ magnetique, de certaines bandes des spectres d'émission de molécules de divers corps a l'etat gazeux Radium **5**, Oct 1908 Zeeman Effect an Banden des Fluorid und Chlorid

[116] E Goldstein, Ueber Erzeugung von Linienspectren. Ann d Phys (4) **27** p 773—796 (1908) Funke

[117] V Carlheim-Gyllenskold, Sur les luminescences causées par les rayons-canaux Ark f Mat Astron och Fysik **4**, No 33 (1908) Wirkung von Kanalstrahlen

[118] A Dufour, Sur le pouvoir rotatoire magnetique de la vapeur de fluorure de calcium et de la vapeur d'hypoazotide au voisinage de leurs bandes d'absorption C R **147** p 1471—1472 (1908) Magnetische Drehung

[119] S R Milner, On the nature of the streamers in the electric spark Phil Trans. A **209** p 71—87 (1908) Bewegung der Materie im Funken

[120] B Walter, Ueber das Bandenspectrum des Fluorcalcium Physik Zs **9** p 233—234 (1908) Umkehrung der Banden

[121] H Becquerel, Sur les spectres d'émission des fluorines C R **146** p 153—156 (1908) Zu Fluoridbanden.

[122] A S King, The relative intensities of the calcium lines H K and λ 4227 in the electric furnace Astrophys J **28** p 389—396 (1908) Veranderlichkeit

[123] H Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldampfen Dissert Bonn 1909, Zs f wiss Photogr 7 p 89—112 (1909) Anomale Dispersion

[124] A S King, The relative intensities of the yellow orange and red lines of calcium in electric furnace spectra Astrophys J **29** p 63—70 (1909)

[125] F A Saunders, New series in the spectra of Ca, Sr and Ba Phys Rev **28** p 152 (1909)

[126] F L Cooper, Measurements of wave-lengths of the spark spectra of chromium and calcium, also Astrophys J **29** p 329—364 (1909) Funkenspectrum

[127] A S King, A further study of the H and K lines of calcium Astrophys J **29** p 381—389 (1909) Im electrischen Ofen

[128] H Finger, Ein Beitrag zur Kenntniss des Einflusses des Mediums auf die Linien in Funkenspectren Dissert Munster 1909, Zs f wiss Photogr 7 (1909) Funken in Wasser

[129] F Paschen, Zur Kenntniss ultrarother Linienspectra II Ann d Phys (4) **29** p 625—663 (1909) Ultrarothe Linien

[130] L Janicki Die Beschaffenheit der Spectrallinien der Elemente I Ann d Phys (4) **29** p 833—868 (1909) Structur der Linien

Schon Herschel [1] bemerkt 1823, dass Calciumsalze eine Alcoholflamme farben, und giebt eine kleine Zeichnung des Spectrums, aus der zu schliessen ist, dass er im Wesentlichen Banden gesehen hat, dasselbe gilt von Miller [2] Kirchhoff und Bunsen [4,8] untersuchen genauer Flammenspectra verschiedener Salze und geben irrthumlich Banden neben Linien als characteristisch fur Ca selbst an Erst Mitscherlich [9,11] findet die Existenz von Banden, die vom Oxyd oder den Haloidverbindungen herruhren, und das gleiche Resultat erhalt Diacon [14] Kirchhoff [5] und Huggins [12] erhalten als erste den sichtbaren Theil des Linienspectrums durch Funken; ihnen schliesst sich Thalén mit Zeichnung [15] und Messung [16] an, und fugt wesentlich spater [43] Verbesserungen hinzu

Lecoq [17] untersucht die Haloidverbindungen und glaubt Beziehungen zwischen denselben zu finden Spater [21] giebt er in seinem bekannten Werke schone Zeichnungen und Messungen des Spectrums vom Funken nach Losung und in der Flamme Lockyer [20] verwendet als erster den Bogen, misst die „Lange" der Linien Dann untersucht er mit Roberts [22] die Absorption durch Ca-Dampfe findet keine solche — Rand Capron [24] liefert eine Photographie.

Ciamician [25,34] beschaftigt sich in zwei Abhandlungen mit Ca, in der ersten giebt er Zeichnungen der Haloidverbindungsspectra, in der zweiten meint er Beziehungen zwischen dem Linienspectrum des Ca und verwandter Elemente zu finden Liveing und Dewar [28, 31, 36, 38] studiren in mehreren Abhandlungen die Umkehrungserscheinungen und fuhren viele interessante Details zum Linienspectrum an, sie erhalten dabei auch Banden im Ultraviolett [38] Auch messen sie eine Anzahl ultravioletter Bogenlinien [37]

Ultrarothe Linien findet zuerst Abney [35] dann Becquerel [40, 41] Genauere Messungen des rothen und ultrarothen Spectrums sind aber erst viel spater durch Lewis [55], Lehmann [66, 69, 72], Hermann [82] und Meisenbach [107] gemacht worden — Den Funken nach Losungen untersuchen Parry und Tucker [32]

Kayser und Runge [46] untersuchen zum ersten Mal das ganze Bogen-

spectrum, und stellen die Serien fest. Daran schliesst sich eine Discussion mit Rydberg [49, 52, 53]. — Eder und Valenta liefern zuerst [47] eine Messung sehr kurzwelliger Linien des Funkenspectrums, dann [48] eine Photographie des Flammenspectrums, wobei sie die Banden des Oxyds und Chlorids zu trennen suchen. Auch Lockyer [44], Cochain [50] und Vogel [54] untersuchen Flammenspectra. In viel eingehenderer Weise wird aber diese Untersuchungsart von Hartley [51] behandelt, der die Knallgasflamme benutzt; die dabei auftretenden Banden und ihr Ursprung werden in einer ganzen Reihe wichtiger Abhandlungen [70, 98, 99] weiter besprochen. — Mit Flammen, in welche Salzstaub oder Staub von Lösungen eingeblasen ist, hatte sich zuerst Gouy [26] beschäftigt, dieselbe Methode wendet dann de Watteville [83] an. In neuester Zeit führen Hemsalech und de Watteville [112, 113] Staub dadurch in die Flamme, dass sie das zu verbrennende Gas durch ein Rohr leiten, in welchem ein Funke zwischen Ca-Electroden überspringt; dabei werden bekanntlich die Electroden verstaubt, und man erhält in der Flamme ein linienreiches Spectrum.

Demarçay [56] untersucht den Funken nach Lösung, schon vorher hatte Hartley [42] das Gleiche gethan zum Zwecke einer quantitativen Analyse. Rowland [57] misst eine grosse Anzahl von Ca-Linien im Sonnenspectrum. Exner und Haschek messen von 4700 nach kleineren Wellenlängen erst [61,72a] das Funkenspectrum, dann das Bogenspectrum [81], dann liefern auch Eder und Valenta [68] eine Messung des Funkenspectrums und prachtvolle Photographieen der merkwürdigen Verbreiterungs- und Umkehrungserscheinungen.

Zum Linienspectrum bringen die folgenden Jahre noch einige Nachträge, es seien genannt Saunders [91,125], Hale und Adams [104], Barnes [111] studirt Umkehrungserscheinungen. Auch noch neue Methoden zur Erzeugung des Spectrums werden gefunden. Bei Durchgang starker Ströme durch Electrolyte tritt an der Anode Licht auf, welches die Spectra der Anode oder der Lösung zeigt. So untersuchen von Bolton [77] und namentlich Morse [84]. — Ferner hat ganz kürzlich Goldstein [116] gefunden, dass, wenn man in einem evacuirten Rohr durch Salzstaub condensirte Entladungen gehen lässt, reiche Linienspectra auftreten.

Einen sehr werthvollen Beitrag liefert endlich Paschen [129], dem es gelingt, mit Thermosäule eine grosse Anzahl ultrarother Linien im Bogen zu messen, die Anfänge einer Hauptserie zu finden, ebenso andere Serien zu vervollständigen.

Cooper [126] misst das Funkenspectrum mit Gitter in zweiter Ordnung, und zwar bezogen auf die Normalen von Fabry und Buisson. Ich nehme seine Zahlen trotzdem nicht in meine Listen auf, da ich sie aus hier nicht zu erörternden Gründen für unzuverlässig halte.

Wie ein Blick auf die Tabellen zeigt, gehört Ca zu den Elementen, deren Spectrum mit den Erzeugungsbedingungen stark variirt, was bekanntlich von

vielen als Zeichen einer Dissociation, eines Zerfalls der Molecelн, gedeutet wird Kirchhoff und Bunsen [4] hatten in ihrer ersten Veröffentlichung die Linie 4226 nicht angegeben, wohl weil sie mit einem Prisma aus stark absorbirendem Glase schwach erschien Dupré [6] fand sie, meinte zuerst ein neues Element entdeckt zu haben; auch Crookes [7] sieht sie, und Kirchhoff und Bunsen [8] tragen sie in die Zeichnung ein Dann glaubt Fleck [18], das Ca zerlegt zu haben, aber Blochmann [19] weist den Irrthum nach

In späteren Discussionen hat es sich namentlich um die Linie 4226 (im Sonnenspectrum g genannt) und um 3968 (H) und 3933 (K) gehandelt In Flammen tritt g sehr stark auf, H und K schwach oder gar nicht, im Bogen ist 4226 wohl etwas stärker, als H und K, doch hängt das von der Beschaffenheit des Bogens ab, auch verhalten sich verschiedene Theile desselben, der Kern und die Flamme, verschieden. Im Funken sind H und K erheblich stärker als g, und vollends in der Sonne ist der Unterschied enorm Rowland z B giebt g die Intensität 20, H 700, K 1000 Lockyer hat wohl zuerst auf diese Erscheinungen als Beweise von Dissociation an vielen Stellen hingewiesen So erhielt er [29,30] vom Bogen Photographieen, die nur g oder nur H und K zeigten [1]) Er glaubte auch, H und K könnten einzeln vorkommen, als Huggins [2]) in den Spectren der weissen Sterne H immer fand, K gar nicht oder in allen Stufen der Stärke Freilich stellte sich dann [3]) heraus, dass H auch eine Wasserstofflinie repräsentire, die immer da ist, während Ca in variabler Stärke auftreten kann

Es scheint in der That, als ob g niedrigerer Temperatur oder schwächerer Anregung entspreche, H und K höherer Temperatur oder stärkerer Anregung Aber dass auch noch andere Bedingungen mitsprechen, zeigen z B die Versuche von Huggins [58], der nachweist, dass bei gleicher Erregungsart das Auftreten der Linien auch noch von der vorhandenen Dampfmenge abhängt Sehr schöne Versuche, die zeigen, dass g einerseits, H und K andererseits von verschiedenen Emissionscentren stammen, führen Watteville [87] und Puccianti [93] aus. sie beobachten einen mit Wechselstrom betriebenen Bogen in verschiedenen Phasen Dabei findet Watteville, dass H und K mit der Phase veränderlich sind, g fast gar nicht Puccianti dringt noch tiefer ein er lässt den Bogen anomale Dispersion erzeugen, findet, dass g solche in jeder Phase giebt, H und K nur im Maximum, das Emissionscentrum von g ist also in allen Phasen im Bogen vorhanden, das Emissionscentrum von H und K bildet sich erst mit wachsender Phase, d h mit steigender Temperatur oder Erregung Aehnlich sind Versuche von Crew und Baker [73] sie unterbrechen den Strom des Bogens, lassen nach einem messbaren Zeitintervall

1) Weitere Literatur und Bemerkungen dazu siehe Bd II, p 262ff

2) W Huggins, Proc Roy Soc **30** p 20—22 (1879), Phil Trans **171** p 669—690 (1880), J N Lockyer, Nat **19** p 226 (1879)

3) H W Vogel, Berl Ber 1879 p 586—604, 1880 p 192—198

Funken durch den Raum des Bogens schlagen, wobei g stark, H und K schwach und variabel auftreten.

Die Linien H und K gehören nach ihrem ganzen Verhalten und nach den Ergebnissen der Untersuchung des Zeeman-Effectes [71] zu einer Hauptserie von Paaren, die nächsten Paare sind wahrscheinlich 3737, 3706 und 3179, 3159. Bei der Hauptserie ist die kurzwellige Linie immer die stärkere; so auch hier, daher kehrt sich auch K leichter um als H[1]).

Die Linien H und K gehören zu den empfindlichsten bei höherer Temperatur, welche wir kennen. Man kann kaum ein Bogen- oder Funkenspectrum photographiren, ohne sie zu erhalten (z. B. 42,64), sie spielen fast dieselbe Rolle, wie die D-Linien, wahrscheinlich aus demselben Grunde, dass Na und Ca überall im Staub der Luft verbreitet sind. In der ersten Zeit der Spectralanalyse konnte das wohl Schwierigkeiten machen, aber es ist schwer verständlich, wie in unserer Zeit Trowbridge [74] die Ansicht vertreten konnte, die Linien gehörten nicht zu Ca, sondern zu irgend einem Gase.

King [76] lässt den Bogen in verschiedenen Gasatmosphären brennen: es zeigt sich in gewissem Sinne ein entgegengesetztes Verhalten der Tripletserien und der Paare. Gase, die erstere starken, schwächen letztere und umgekehrt, g verhält sich im Wesentlichen wie die Triplets. Doch hebt auch King die Bedeutung der Dampfdichte für die relative Intensität hervor. Dann untersucht King [86] den Einfluss von Selbstinduction und Capacität auf das Funkenspectrum. Erstere schwächt die Paare, desto mehr, je kürzer die Wellenlänge ist, stärkt dagegen die Triplets und 4226, die Capacität wirkt entgegengesetzt. — Endlich erhitzt King [88] Ca in einem Kohlerohr, bei steigender Temperatur erscheinen zuerst 6439, 5594, 5589, dann 5585, dann IIN3, g war nicht sichtbar. Die relative Intensität dieser Linien hängt sehr von der Temperatur ab. — Bei noch höherer Temperatur, die auf 2500° C geschätzt wurde, erschienen noch viele andere Linien, z. B. IN4 und IN5, die Gruppe 4319—4283, g sehr stark und verbreitert, oft umgekehrt, dagegen waren von H und K nur Spuren bei der höchsten Temperatur vorhanden, vom nächsten Paare 3737, 3706 nichts. Daneben erschienen noch Banden im Orange und Roth und bisher unbekannte im Ultraviolett. In neuester Zeit hat King [122, 124, 127] ähnliche Untersuchungen mit vollkommeneren Hilfsmitteln aufgenommen. 4226 erscheint schon bei mässiger Temperatur und wächst mit einer Steigerung derselben wenig, dagegen hängt die Intensität und Breite in hohem Grade von der Menge des vorhandenen Dampfes ab. H und K dagegen erscheinen bei mässiger Temperatur nur, wenn chemische Wirkungen hinzukommen, über 2500° auch ohne das, und wachsen mit der Temperatur, während die Dichte des Dampfes geringen Einfluss ausübt. — In der zweiten Abhandlung untersucht King in gleicher Weise den langwelligen Theil des Spectrums.

1) Nach Rydberg (53) gehören dazu vielleicht noch die von Eder und Valenta gemessenen Linien 2208 und 2198, 2133 und 2123, 2113 und 2103.

auch hier hat die Dampfmenge geringen Einfluss Die Ca-Banden erscheinen bei allmahlicher Steigerung der Temperatur nur anfangs, verschwinden dann vollstandig, erscheinen auch bei Abkuhlung nicht wieder King schliesst daraus, dass ihr Auftreten an einen Oxydationsprocess gebunden ist, sie also nicht dem Metall selbst angehoren

Ein interessantes Bild von der Veranderlichkeit des Spectrums liefert auch eine Abhandlung von Hemsalech und de Watteville [113] Verbrennt man verschiedene Gasgemische, die durch eine Kugel gestromt sind, in welchen Funken zwischen Ca-Electroden ubergingen, so treten in der Flamme Banden und Linien des Ca auf, welche je nach der benutzten Flamme verschiedene Intensitat haben Folgende Tabelle enthalt einige Angaben uber die Intensität, es ist noch der Bogen nach Kayser und Runge, und die durch Pulverisator gespeiste Luft-Leuchtgasflamme nach de Watteville hinzugenommen.

λ	Bogen	Leuchtgas-Luft		Wasserstoff-Luft		Sauerstoff-Leuchtgas	Knallgas	Pulverisator	
		Conus	Flamme	Conus	Flamme			Conus	Flamme
4586.1	10	—	—	—	—	—	1/2	1	—
81.6	8	—	—	—	—	—	0	1	
78.8	8	—	—	—	—	—	00	1	—
4456.0	9 R	—	—	—	—	0	1	—	—
54.9	10 R	1	—	4	—	4	7	15	—
35.1	8 R	1/2	—	2 1/2	—	3	6	12	—
25.6	10 R	—	—	1	—	1 1/2	3	8	—
4318.8	8 R	—	—	1 1/2	—	2 1/2	4	8	—
07.9	8 R	—	—	1 1/2	—	1 1/2	3	—	—
02.6	10 R	—	—	3	—	5	6	7	—
4299.1	6	—	—	1/2	—	1 1/2	2	—	—
89.5	8 R	—	—	1	—	2	3	—	—
83.1	8 R	—	—	1 1/2	—	2	3	—	—
26.9	10 R	20	20	30	20	30	50	50	50
3973.8	6 r	—	—	—	—	—	1/2	—	—
68.6	10 R	0	—	00	00	8	12	4	—
33.8	10 R	1/2	—	0	0	10	15	1	—

Dann waren noch die Untersuchungen von Bolton [77] und von Morse, [84] uber das Licht bei Electrolyse und im Wehneltunterbrecher zu erwähnen; viele Linien zeigen dabei stark veranderte Intensität gegen Bogen und Funken, manche sonst starke Linien fehlen Auch eine Arbeit von Finger [128] über Entladungen in Wasser ist hier zu nennen Endlich will ich noch eine Arbeit von Hartley [100] erwahnen, der findet, dass Funken zwischen Ca-Electroden in Wasserstoff oder im Vacuum unter scheinbar gleichen Bedingungen sehr verschiedene Resultate liefern konnen, doch hat dies kaum etwas mit einer Veranderlichkeit des Spectrums zu thun

Zu den Erscheinungen, welche die Linien des Ca in verschiedene Gruppen sondern, gehort auch die Verschiebung der Bogenlinien durch Druck Humphreys [59] giebt an, 4226 verschiebe sich doppelt so stark, wie H und K. In der spateren Veroffentlichung [106] wird fur H, K, 4318, 4302 bei 42 Atmo-

sphären etwa 0.08 Verschiebung gefunden, für g aber 0.159, während 3179 eine mittelgrosse Verschiebung zu besitzen scheint.

Von weiteren Untersuchungen über das Linienspectrum waren zu nennen: Steinhausen [80] sucht die enhanced lines heraus, den Zeeman-Effect behandeln Reese [67], Runge und Paschen [71], Miller [103], die anomale Dispersion Lummer und Pringsheim [75], Ebert [78], Puccianti [85,90], Schön [102], Geisler [122], die Linien, welche die kleinsten Spuren von Ca anzeigen, suchen Pollock und Leonard [105] und de Gramont [101] auf. — Nutting [95] untersucht die feinere Structur der Linien: die Linie 6719, die Gruppe bei 650, 6122, 5858, die Gruppe 559, 5350, die Gruppe 526, 5189, die Gruppe 458, die Linien 4455 bis 4435 sind alle einfach und meist recht scharf. Die Linie 6122 ist doppelt, die Flammenlinie 4226 ist sehr breit, aber einfach. — Nach Janicki [130] sind alle Linien einfach bis auf 4586.

Schuster und Hemsalech [60, 61], ebenso Milner [119] photographiren das Spectrum des oscillirenden Funkens auf bewegtem Film und theilen Einiges über die Geschwindigkeit der leuchtenden Theilchen, die Dauer des Leuchtens u. dergl. mit. de Gramont [63] untersucht das Spectrum des Funkens nach geschmolzenen Mineralien. — Carlheim-Gyllensköld [117] bestrahlt verschiedene Salze mit Kanal- und Kathodenstrahlen und findet im Allgemeinen nur continuirliche Spectra. Nur beim Carbonat sollen einige Banden im Roth sichtbar sein. — Ritz [114] wendet seine Serienformel auf die Paare und die engen Triplets[1]), die im Ca-Spectrum vorkommen, an. Coblentz [96,110] findet irrthümlich im Ultraroth des Bogens keine Linie bis 4 μ. Hagenbach und Konen [89] geben in ihrem Atlas Photographieen des Funken-, Flammen- und Bogenspectrums.

Die übrigen im Literaturverzeichniss erwähnten Arbeiten beziehen sich auf Bandenspectra und sollen bei diesen besprochen werden.

1. Linienspectrum.

	Paschen (129) Bogen	
	2265.9	40
	2262.6	25
	2261.0	10
H I 3	1994.8	10
H II 3	1993.8	30
I N I	1991.5	8
I N I	1986.6	} 90
H III 3	1985.9	} 90
	1981.3	10
I N I	1977.4	60
I N II	1950.1	30
I N II	1945.9	50
I N III	1931.6	40

1) Diese engen Triplets sind in der Tabelle mit T bezeichnet.

Paschen (129) Bogen	Becquerel (40, 41)	Lewis (55)	Hermann (82)	Lehmann (72)	Thalen (43)	Abney (35)
16432 6 30						
16200 0 25						
16162 2 20						
16144 8 15						
13038 0 30						
12821 6 50 d						
10345 0 500						
9694 5 70						
9546 8 70						2 schwache
9250 8 30	888—883 μ					Linien
8662 6 300	876—858 μ	8662 0	8662 42	8662 10		zwischen
8542 6 400	Liniengruppe	8541 9	8542 48	8543 08		860 u 850 μ
8499 3 200	848 μ	—	8498 32	8499 20		
		7663 76		—		
				7612 34		
				7600 74		
				7322 95	7323 0 2	
				—	7277 1 4	
				7199 83	7199 3 6	
				7146 45	7146 2 8	
				—	7131 2 6	
				—	7111 2 6	
				—	7040 0 8	
				—	6877 0 2	
				6833 50		
				6782 85		
				6767 02		

Kayser u Runge (46) Bogen	Rowland (57) Bogen-Sonne	Thalén (16) Bogen	Thalen (43) Bogen	Meisenbach (107) Bogen	Kirchhoff (4) Funke	Huggins (12) Funke	Eder u Valenta (63) Funke	
			6716 4	6718 025	6716 2	6710		10)
			—	08 157	—	—		1) 7)
			6616 5 4	—	—	—		
	6573 030 (?)		6571 3 6	6573 090	—	—		8)
	—		08 0 1	—	—	—		
6499 85 4	6499 880 4	6498 0 8	6498 0 6	6499 966	6498 2	6498	6499 9 8	10)
93 97 4	94 004 6	92 1 10	92 7 8	94 108	—	92	93 9 10	10)
71 85 4	71 885 5	68 5 8	70 4 6	71 973	68 9	68	71 9 8	10)
62 75 6 R	62 784 5	61 7 10	61 3 10	62 876	—	58	62 8 10	3) 10)
—	55 820 2	—	54 3 4	55 898	—	—	—	
49 99 4	50 033 6	49 0 8	49 0 6	50 143	49 7	45	49 99 8	10)

1) Von Olmsted (94) in der Sauerstoffleuchtgasflamme beobachtet

3) Von Lecoq (21) im Funken nach Chloridlosung gesehen

7) Von Hale und Adams [104] als 6708 18 gemessen.

8) Diese Linien fuhren auch Hale und Adams [104] als zweifelhafte, in der Hulle des Bogens starker auftretende Linien an

10) An diesen Linien ist anomale Dispersion beobachtet

	Kayser und Runge (46) Bogen		Rowland (57) Bogen-Sonne		Thalén (16) Bogen		Thalén (43) Bogen		Meisenbach (107) Bogen	Kirchhoff (4) Funke	Huggins (12) Funke	Eder u Valenta (63) Funke		
	6439 36	10R	6439 293	8	6438 1	10	6438 0	10	6439 395	—	6434	6439 4	10	3) 10)
	—		—		—		16 5	2	—	—	—	—		
	—		—		—		10 0	2	—	—	—	—		
	—		—		—		08 0	2	—	—	—	—		
	—		—		—		05 3	4	—	—	—	—		
	—		—		—		6394 5	2	—	—	—	—		
	—		—		—		61 2	4	—	—	6352	—		
	—		—		—		44 0	4	—	—	6336	—		
	—		—		—		18 0	2	—	—	6311	—		
	—		—		—		6260 0	2	—	—	—	—		
	—		—		—		—		—	6206 7	—	—		3)
	—		—		—		—		—	6193 7	—	—		3)
	—		—		—		—		—	77 2	—	—		3)
	6169 87	6	6169 778	7	6168 3	8	6168 7	6	6169 853	68 8	6163	6169 9	5	10)
	69 36	4	69 249	6	—		68 0	6	69 351	—	—	69 4	5	
	66 75	4	66 651	5	—		65 5	4	66 737	—	—	66 8	5	
	63 98	4	63 968	3	—		63 6	2	64 057	—	—			
IINI 3	62 46	10R	62 390	15	61 2	10	61 1	10	62 466	—	6154	62 5	10	10)
	61 60	5	61 503	4	—		—		61 592	—	—			
IINII 3	22 46	10R	22 434	10	21 2	10	21 2	8	22 529	20 9	6116	22 5	10	3) 10)
IINIII 3	02 99	8R	02 937	9	01 7	8	01 2	10	03 036	02 1	6093	02 99	8	10)
	—		—		—		—		—	—	6087	—		
	—		—		—		—		—	—	6060	—		
	—		—		—		—		6006 412	6003 1	6002	—		
	—		—		—		—			—	5986	—		
	5867 94	6 r	5867 785	2	—		—		5867 875	—	—	—		
	57 77	10 u	57 674	8	5856 5	6	5856 4	6	57 786	5857 3	5854	5857 7	8	3) 4) 10)

3) Von Lecoq [21] im Funken nach Chloridlösung gesehen 4) Von Morse [84] im Wehneltunterbrecher gesehen 10) An diesen Linien ist anomale Dispersion beobachtet

	Kayser u Runge (46) Bogen	Rowland (57) Bogen-Sonne	Thalén (16) Bogen	Thalén (43) Bogen	Meisenbach (107) Bogen	Exner u Haschek (81) Bogen	Kirchhoff (4) Funke	Huggins (12) Funke	Eder u Valenta (63) Funke	Exner u Haschek (72a) Funke	
	—	—	—	5756 5 6	—		—	—	—		
	5603 06 8	5603 083 3	5601 7 4	5601 3 8	5603 093		—	5600	5603 009 5		5) 10)
	01 51 8	01 505 3	00 2 6	00,3 8	01 533		5600 2	5598	01 475 5		5) 10)
	5598 68 ' 8 u	5598 711 4	5597 2 6	5597 3 10	5598 738		5597 2	94	5598 681 5		5) 10)
	94 64 10 u	94 691 4	93 4 8	93 4 10	94 724		93 4	91	94 632 6		5) 10)
	90 30 8	90 343 3	89 0 4	88 9 6	90 357		88 9	88	90 324 4		10)
	88 96 10	88 985 6	87 6 10	87 5 10	89 002		87 2	87	88 948 6 u		4) 10)
	82 16 8	82 198 4	80 8 4	80 7 6	82 204		80 9	81	82 167 4		5)
	13 07 8	13 198 4	—	—	13 172		—	09	13 120 2 v		5)
	5349 66 10	5349 653 4	5348 6 8	5348 5 6			5347 8	5348	5349 619 5		3) 4) 6)
	5270 45 10	5270 438 3	5269 4 8	5269 2 8			5269 7	5269	5270 463 5		1) 10)
	65 79 8	65 729 3	64 5 6	64 6 6			64 8	64	65 720 5		1) 10)
	64 46 6	64 415 3	63 4 4	63 2 4			63 5	—	64 402 3		10)
	62 48 6	62 419 3	61 2 2	61 4 4			61 7	5261	62 365 3		1)
	61 93 6	61 876 3	60 8 2	61 0 4			61 2	5258	61 863 3		10)
	60 58 4	60 561 0	—	—			—	—	—		
	5189 05 6	5189 018 3	5188 2 6	5188 0 8			5188 3	5187	5188 977 2		3)
	5041 93 8 r	5041 795 2	5041 2 8	5041 0 10			5041 1	5040	5041 920 1 u		3)
	—	—	—	39 2 2			—	—	—		
	—	—	—	37 7 2			—	—	—		
	—	—	—	35 7 2			—	—	—		
	—	—	—	35 3 4			—	5021	—		
	—	—	—	4990 5 2			—	—	—		
	—	—	—	81 2 6			—	—	—		
	—	—	—	61 3 ?			—	—	—		
	4878 34 10 r	4878 313 3	4877 4 6	4877 3 10			4878 0	4877	4878 360 4		3)
	—	51 689 1	—	—			—	—	—		
	47 22 4 v	47 497 0	48 1 4	46 5 4			—	—	47 2 1 u		
	33 85 1 v	—	31 8 2	32 5 4			—	—	—		
	23 04 1 v	—	—	22 3 1			—	—	—		
	—	—	11 6 4	11 2 1			—	—	—		
	07 47 1 v	—	—	06 7 2			—	—	—		

	—		—		—		4741 3	2				—	—	—				
	—		—		—		21 4	2				—	—	—				
	4685 40	4 v	4685 452	2	—		4684 3	6				—	—	—				
	24 71	1 v	—		—		22 4	2				—	—	—				
	—		—		—		16 6	4				—	—	—				
	—		—		4607 5	4	06 7	6				—	—	—				
T 4	4586 12	10	4586 047	4	4585 3	4	4585 3	8		4586 22	30	—	4584	4586 086	6 i	4568 20	10	3) 10) 11)
	81 66	8	81 575	4	80 8	4	80 8	8		81 77	30	—	4581	81 618	5	81 70	8	10) 11)
	78 82	8	78 732	3	78 3	4	78 0	8		78 88	20	—	4578	78 780	4	78 80	5	10) 11)
	—		—		35 5	2?	35 3	4		—		—	—	—		—		
	—		—		34 2	2?	34 9	4		—		—	—	—		—		
	—		—		—		34 1	4		—		—	—	—		—		
	—		—		32 1	2?	32 6	4		—		—	—	—		—		
	27 17	6	27 101?	3	—		26 3	2		27 35	20 r	—	—	27 183	4 r	27 22	2 r	
	12 73	1 u	—		—		—			12 7	1 u	—	—	—		—		
	09 89	1 u	—		—		—			09 8	1 u	—	—	—		—		
	08 04	1 u	—		—		—			—		—	—	—		—		
	—		—		—		—			—		—	—	4467 929	1 u	—		
	—		—		—		—			—		—	—	66 625	1 u	—		
I N I 4	4456 81	4	4456 794	2	—		4456 1	1		4456 84	8	—	—	56 786	3	4456 80	5	1)
	56 08	8 R	56 064	3	4455 2	2	55 3	6		56 10	20	4455 0	4454	56 057	7	56 12	15	1) 3) 9)
	54 97	10 R	54 953	5	54 0	10	54 3	8		55 00	200R	—	—	54 919	7 u	55 01	30 R	1) 4) 9) 10) 11)
	—		—		—		—			—		—	—	44 087	1	—		
	—		—		—		—			—		—	—	42 963	1	—		
I N II 4	35 86	8 R	35 851	4	35 3	2	35 1	4		35 88	50	4435 2	4434	35 838	6	35 88	15	1) 3) 4) 9) 11)
	35 13	10 R	35 129	5	34 5	10	34 4	10		35 17	100R	—	—	35 124	6 u	35 20	20	1) 4) 10) 11)
I N III 4	25 61	10 R	25 608	4	25 0	10	24 9	10		25 60	100	—	4424	25 616	8 u	25 62	20	1) 3) 4) 9) 10) 11)
	—		—		—		—			—		4418 9	—	—		—		
	—		—		07 7	2	—			—		—	—	—		—		
	—		—		07 0	2	—			—		—	—	—		—		
	—		—		05 7	2	—			—		—	—	—		—		

1) Von Olmsted (94) in der Sauerstoffleuchtgasflamme beobachtet.
3) Von Lecoq (21) im Funken nach Chloridlosung gesehen
4) Von Moise [84] im Wehneltunterbrecher gesehen
5) Von Moise (84) im Wehneltunterbrecher als Band gesehen, daneben noch Bander bei 5537 0, 5509 0, 5472 0
9) Fur Zeeman-Effect untersucht
10) An diesen Linien ist anomale Dispersion beobachtet
11) Von de Watteville [83] in Flamme mit Pulverisator erhalten

Kayser und Runge (46) Bogen	Rowland (57) Bogen-Sonne	Saunders (91) Bogen	Thalén (16) Bogen	Thalén (43) Bogen	Exner und Haschek (81) Bogen	Kirchhoff (4) Funke	Huggins (12) Funke	Eder und Valenta (63) Funke	Exner und Haschek (72a) Funke	
—	—		4393 0 4	—	—	—	—	—	—	
—	—		89 4 4	—	—	—	—	—	—	
—	—		84 7 4	—	—	—	—	—	—	
—	—		79 1 4	4382 9	—	—	—	—	—	
4355 41 6u	4355 257 ? 2		—	55 0 4	4355 50 3R	—	—	4355 467 31	4355 6 11	
—	—		—	—	—	—	—	33 932 1	—	
—	—		—	—	—	—	—	30 313 2	—	
18 80 8R	18 817 4		18 6 8	18 2 6	18 80 50	4318 6	4318	18 798 8v	18 81 30	1) 3) 4) 10) 11)
—	—		—	—	—	—	—	14 148 2	—	
—	—		—	—	—	—	—	10 585 1	—	
07 91 8R	07 907 3		06 5 6	07 2 7	07 90 30	06 9	4306	07 864 5	07 92 20	1) 3) 4) 10)
—	—		—	05 4 2	—	—	—	—	—	
02 68 10R	02 692 4		02 3 10	02 1 6	02 70 100	01 6	4302	02 676 9	02 68 50	1) 3) 4) 10) 11)
4299 14 6	4299 149 3		4298 5 6	4298 5 6	4299 18 30	4298 8	4298	4299 133 8	4299 13 20	1) 4) 10)
89 51 8R	89 525 4		89 4 8	89 0 6	89 50 50		4288	89 534 8	89 50 20	1) 3) 4) 10)
83 16 8R	83 169 4		82 5 8	82 7 6	83 20 50		4282	83 125 8	83 17 20	1) 3, 4) 10)
—	—		—	—	—		—	78 018 2	—	
—	—		74 5? 2	—	—		—	77 403 1	—	
—	—		71 5 2	—	—		—	71 760 1U	—	
—	—		53 9? 2	—	—		—	—	—	
—	—		49 8 4	—	—		—	—	—	
—	—		47 5 2	—	—		—	—	—	
40 58 4	—		37 5 2	40 0 4	40 61 3		—	40 515 2u	40 57 1	
—	—		33 0 2	—	—		—	38 587 1u	—	
26 91 10R	26 904 20d?		26 3 10	26 4 10	26 90 1000R		4227	26 870 8R	26 89 100R	1) 3) 4) 10) 11)
—	—		15 3 8u	15 0 8	—		—	—	—	
—	—		4192 5 2	—	—		—	—	—	
—	—		88 5 4	—	—		—	—	—	
—	—		43 0 4	—	—		—	—	—	
—	—		31 5 4	—	—		—	—	4132 7 1	
—	—		—	—	—		—	4130 98 1U	—	
—	—		—	—	—		—	27 96 1u	—	

	—	—		—	—	—	—	4123 39 1u	—	
	—	—		—	—	4099 2 2	—	—	—	
T 5	4098 82 4ı	4098 689 ? 4		4098 0 2	4098 0 6	98 9 6	—	4098 876 2ı	4099 0 2ı	11) 14)
	95 25 2 r	95 094 ? 4		95 5 2	94 3 6	95 30 6 d	—	95 243 2r	95 3 2ı	11) 14)
	92 93 2 ı	92 821 ? 3		91 8 2	92 2 6	93 00 4	—	—	93 0 1ı	14)
	—	—		77 0 6	77 2 8	—	—		—	
	—	—		—		—	—	57 980 3	—	
IIN I4	3973 89 6 r	3973 864 2		—		3973 91 10	3969	3973 908 2	3973 95 2	[10) 11) 12)
P₁ H	68 63 10R	68 625 700		3968 0 10		68 63 300R		68 638 10R	68 62 500R	1) 3) 4) 6) 9)
IIN II4	57 23 6 r	57 177 7		—		57 22 10		57 232 4	57 22 2	11)
IIN III4	49 09 4 r	49 039 1		—		49 10 8		49 101 3	49 00 1	(10) 11)
P₁ K	33 83 10R	33 825 1000		32 8 10		33 81 500R		33 803 10R	33 81 1000R	1) 3) 4) 6) 9)
	—	—				—		15 388 1	—	
	—	—				—		09 980 1	—	
	—	—				—		05 691 4	—	
	—	3884 748 1				—		—	—	
T 6	—	—	3876 2			—		—	—	
	—	—	72 9			—		—	—	
	—	—	70 9			—		—	—	
	—	—	—			—		3856 153 2 u	—	
	—	—	—			—		26 506 4	—	
	—	—	—			—		3759 419 3	—	
T 7	—	—	3754 2			—		—	—	
	—	—	50 9			—		—	—	
	—	—	49 0			—		—	—	
	—	—	—			—		47 151 4 u	—	
P 2	3737 08 4	3737 059 5	—			3737 06 20		37 090 10r	3737 35 50r	1) 4) 6) 9)
	—	—	—			—		16 193 2r	—	
P 2	06 18 4	—	—			06 18 10		06 190 10r	06 30 50ı	1) 4) 6) 9)
	—	—	—			—		3696 429 2r	—	
	—	—	—			—		85 317 3	—	

1) Von Olmsted [94] in der Sauerstoffleuchtgasflamme gesehen 3) Von Lecoq [21] im Funken nach Chloridlosung beobachtet 4) Von Morse [84] im Wehneltunterbrecher gesehen 6) Von Steinhausen [80] als enhanced line geführt, er giebt noch 5424 und 5392 an 9) Fur Zeeman-Effect untersucht 10) An diesen Linien ist anomale Dispersion beobachtet 11) Von de Watteville [83] in Flamme mit Pulverisator erhalten 12) Die mit P bezeichneten Linien bilden Paare mit gleicher Schwingungsdifferenz, das erste Paar ist H und K der Sonne 14) Nach Rowland [57] sind dies Kanten von Banden

	Kayser und Runge (46) Bogen	Rowland (57) Bogen-Sonne	Saunders (91) Bogen	Exner u Haschek (81) Bogen	Eder und Valenta (63) Funke	Exner und Haschek (72a) Funke	
T 8	—		3678 5	—	—	—	
	—		75 5	—	—	—	
	—		74 4	—	—	—	
	3653 62 4			—	3653 606 2	—	
	—			3644 90 8	—	—	1)
IN I5	44 45 10R	3644 555 5		44 53 20	44 466 8	3644 53 4	1) 4) 11)
	—			31 07 8	—		1)
IN II5	30 82 8R	31 124 2		30 87 20	30 812 6v	30 86 3	1) 4) 11)
IN III5	24 15 8R	24 258 3		24 19 10	24 162 5v	24 20 2	1)
	—	18 441? 3		—	—	—	6)
	—	17 855? 1		—	—	—	
	—	—		—	01 957 2u	02 2 1u	
	—	—		—	3594 259 1	—	
	—	—		—	87 156 4U	—	
	—	—		—	35 60 2	—	
	—	—		—	10 97 4	—	
	—	—		—	05 00 5	—	
IIN I5	3487 76 6i	3487 857 0		3487 82 4	3487 87 2i	3487 88 1	
IIN II5	74 98 4r	—		75 01 2	74 96 2i	—	
IIN III5	68 68 4r	—		68 70 1	—	—	
	—	—		—	56 58 2	—	
	—	—		—	44 53 3	—	
	—	—		—	3387 99 3	—	
	—	—		—	72 930 6	—	
IN I6	3361 92 8v	—		3361 95 10	61 374 6	—	
IN II 6	50 22 8v	—		50 25 5	—	—	
	—	—		—	49 568 6	—	
	—	—		—	49 199 4	—	
I N III6	44 49 6v	—		44 52 2	—	—	
	—	—		—	35 30 2	—	
	—	—		—	32 26 2u	—	
	—	—		—	29 60 3	—	
	—	—		—	23 09 6	—	
IIN I6	3286 26 4r	—		3286 35 1	—	—	
	—	—		—	3278 74 2	—	
IIN II6	74 88 2r	—		74 95 1	—	—	
IIN III6	69 31 2r	—		69 37 1	—	—	
	—	—		—	61 70 4	—	
	—	3252 729 0		—	—	—	
	—	—		—	48 71 3	—	
	—	—		—	42 11 3	—	
	—	—		—	39 15 3	—	
	—	—		—	36 70 5	—	
	—	—		—	34 68 6	—	
IN I7	25 74 4v	—		25 6 1u	—	—	
	—	—		—	24 42 1	—	

1) Von Olmsted [94] in der Sauerstoffleuchtgasflamme beobachtet
4) Von Morse [84] im Wehneltunterbrecher gesehen
6) Nach Steinhausen [80] enhanced line
11) Von de Watteville [83] in Flamme mit Pulverisator erhalten

	Kayser u Runge (46) Bogen	Rowland (57) Bogen-Sonne	Exner u Haschek (81) Bogen	Saunders (125) Bogen	Eder u Valenta (63) Funke	Exner u Haschek (72a) Funke	
	—	—	—		3223 00 2	—	
	—	—	—		18 45 1	—	
	—	—	—		17 05 1	—	
I N II 7	3215 15 4 v	—	3215 0 1 u		—	—	
I N III 7	09 68 2 v	—	—		—	—	
II N I 7	3181 40 4	3181 387 3	3181 43 3		3181 409 8 Rr	3181 60 10 R	6) 9)
P 3	79 45 6	79 453 5	79 50 15		79 447 10 Rr	79 51 50 R	6)
II N II 7	70 23 1 u	—	—		70 2 1 u	—	
II N III 7	66 95 1 U	—	—		—	—	
P 3	58 98 6	59 000 2	59 01 10		59 013 10 Rr	59 06 50 R	6)
I N I 8	50 85 2 u	—	—		—	—	
I N II 8	40 91 2 u	—	—		—	—	
I N III 8	36 09 1 u	—	—		—	—	
II N I 8	17 74 1 U	—	—		—	—	
II N II 8	07 96 1 U	—	—		—	—	
	—	—	—		03 92 2	—	
I N I 9 u	01 87 1 U	—	—		—	—	
II N III 8	—	—	—		3092 84 8	—	
	—	—	—		88 11 4	—	
	—	—	—		82 21 8	—	
	—	—	—		78 67 3	—	
	—	—	—		75 39 2	—	
	—	—	—		73 06 1	—	
	—	—	—		66 40 3 u	—	
	—	3009 302 1	3009 30 3		09 32 3	3009 30 2	
	3006 95 4	06 982 0	06 97 4		06 98 4	06 94 3	
	—	00 913 000	00 96 2		—	00 97 2	
	2999 76 4	2999 748 0	2999 74 2		2999 74 2	2999 75 1	
	97 47 4	97 437 2	97 41 3		97 2 1 u	97 42 2	
	95 06 4	95 057 000	95 06 3		95 08 3	95 06 2	
	—		—		36 83 4 u	—	
	—		—		28 92 4 u	—	
	—		—		16 44 2 u	—	
	—		—		2660 53 4	—	
	—		—		2575 22 3	—	
	—		—		68 09 3	—	
S	2398 66 8 R		2398 66 1 R	2399	2398 73 2 u	2398 66 1 R	13)
	—			—	73 24 2	73 27 1	
	—			—	13 02 1	—	
	—			—	09 20 1	-	
	—			—	2290 09 1	—	
S	2275 60 6 R			2276	75 44 2	—	13)
	—			—	59 5 1 u	—	
P 4	—			—	08 95 2	2208 9 1 u	
S	00 84 2 R			2201	00 5 ½ u		13)
				—	2198 03 2		13)
P 4				2151	—		
P 5				—	33 0 ½		
				—	31 2 ½		

13) Die mit S bezeichneten Linien bilden nach **Saunders** (125) eine Serie

	Saunders (125) Bogen	Eder u. Valenta (63) Funke	
P_5	—	2123.0 ½	
S	2118	—	13)
P_6	—	13.01 1	
P_6	—	03.47 1	
	—	2099.87 1	
S	2098	—	13)
	—	86.64 1	
S	2084	—	13)
	—	81.53 1	
S	2073	—	13)

Spectra von Verbindungen.

Nachdem wahrscheinlich Herschel [1] und Miller [2] zuerst Banden von Ca-Verbindungen in der Alcoholflamme gesehen hatten, geben auch Kirchhoff und Bunsen [4] solche in der Bunsenflamme als characteristisch für Ca an. Erst Mitscherlich [9,11] entdeckt, dass es sich um Banden und Verbindungen handelt, neben welchen einige Linien auftreten. Er stellt die Spectra verschiedener Verbindungen dar, indem er mit den betreffenden Salzen Chlor-, Brom-, Jod-, Fluor- Ammonium in die Flamme bringt, und es gelingt ihm so, Banden zu beobachten und zu zeichnen, welche dem Oxyd und den vier Haloidverbindungen angehören. Dass die sogen. Oxydbanden in Linien auflösbar sind, bemerkt zuerst Cooke [10], dann Plücker und Hittorf [13].

Dann nimmt Lecoq [17] die Untersuchung auf, er misst die nach Roth abschattirten Chloridbanden, glaubt Beziehungen zu den entsprechenden Verbindungen von Ba und Sr zu entdecken. In seinem Buche [21] giebt er Zeichnungen des Chlorids in der Bunsenflamme mit und ohne Zusatz von Salzsäuredampf, wodurch einigermaassen die Banden des Oxyds von denen des Chlorids getrennt werden können. Ferner giebt er eine Zeichnung des Spectrums vom Funken nach Chloridlösung, welches neben beiden Bandenarten auch einige Linien enthält. Auch Bunsen [23] giebt eine Zeichnung des Spectrums von $CaCl_2$ in der Bunsenflamme, die Oxyd- und Chloridbanden gemischt enthält neben Linien.

Ciamician [25] zeichnet die Spectra des Oxyds, Chlorids, Bromids, Liveing [27] das des Fluorids in der Bunsenflamme. Liveing und Dewar [36] studiren die Umkehrungserscheinungen, indem sie in einem Magnesiablock den Kohlebogen brennen lassen und Salze einführen. Das Chlorid giebt

13) Die mit S bezeichneten Linien bilden nach Saunders (125) eine Serie.

dabei eine auffallende Gruppe von 5 bis 7 Bandern zwischen 382 und 372, welche bald in Emission, bald in Absorption erscheint. Wellenlangen werden nicht angegeben, so dass die Zugehörigkeit der Banden zu Ca oder zum Chlorid sich nicht ermitteln lässt. Auch Lockyer [44] misst 4 Banden im Bunsenbrenner.

Eder und Valenta [48] untersuchen wieder das Chlorid in der Bunsenflamme, meinen, die Oxyd- und Chloridbanden trennen zu können. Hartley [51] benutzt die Knallgasflamme, er findet besondere Bandenspectra beim Oxyd und Fluorid, für ersteres werden Messungen gegeben.

Aus diesem Jahrhundert haben wir nach einer werthlosen Abhandlung von Friedländer [68] die Untersuchung Morse's [84] über das im Wehneltunterbrecher auftretende Licht. Wenn die Lösung $CaCl_2$ ist, so sieht man im Spectrum zahlreiche Linien, sehr merkwürdig ist die Bemerkung: „So far as the plates obtained show, there are bands with heads corresponding to sharp lines in the arc and spark spectra.“ Der Autor scheint selbst nicht ganz sicher gewesen zu sein, ob seine Deutung richtig ist, ich zweifle nicht daran, dass es sich einfach um einseitig verbreiterte Linien, nicht um Banden handelt. Bei Ca treten die Verbreiterungen sehr stark schon im Funken und Bogen auf, es ist ganz wahrscheinlich, dass sie beim Wehneltunterbrecher noch auffallender sind. Vergleiche Finger [128].

Wiedemann [78a] giebt kleine Zeichnungen des Oxyds und der Haloidverbindungen.

Fabry [79] untersucht zuerst genauer die prachtvollen Banden, welche das Fluorid im Bogen giebt, noch genauere Messungen derselben liefert Rosch [97], Humphreys [91] und Walter [120] beobachten die leichte Selbstumkehr einzelner dieser Banden, Dufour [109, 115] findet, dass die Banden den Zeeman-Effect zeigen, und zwar theils den normalen, theils einen anomalen, so als ob die Emission von einem positiven Centrum ausginge. — Becquerel [121] meint, diese Banden rührten nicht vom Fluorid her, sondern von beigemengten seltenen Erden. Er beschreibt angenähert das Flammenspectrum von Flussspath. — Dufour [115] führt auch Messungen am Chloridspectrum aus.

King [88] beobachtet im electrischen Ofen eine Reihe von Banden, welche wohl theils dem Chlorid, theils dem Metall selbst angehören. Dann folgt die schöne Abhandlung von Olmsted [94], in welcher viele Ca-Verbindungsspectra untersucht werden. Er begründet hier die Ansicht, dass die nach Roth abschattirten, leicht auflösbaren Banden, welche das ganze Spectrum durchziehen, nicht dem Oxyd angehören, wie man bis dahin allgemein angenommen hatte, sondern dem Metall selbst. Auch Hartley [98] vertritt diese Ansicht auf Grund von Versuchen mit Flammen von CO und CN, in letzteren treten die Metallbanden kräftig auf, in ersteren nicht, sondern z. B. bei Einführung des Chlorids nur Chloridbanden. In einer neuesten Arbeit freilich nimmt Hartley [106a], wenn ich ihn recht verstehe, an, diese Banden rührten zwar

nicht vom Oxyd, sondern vom Metall her, aber wurden durch den Process der Oxydation hervorgerufen — In dem Atlas von Hagenbach und Konen [89] sieht man eine Menge der Metallbanden

Meisenbach [107] untersucht den langwelligen Theil des Bogenspectrums von $CaCl_2$ mit grossem Gitter Die dabei auftretenden Banden gehoren wahrscheinlich theils dem Chlorid, theils dem Metall selbst oder dem Oxyd an Es zeigen sich im Wesentlichen zwei Gruppen: 6370 bis 5920 und 5570 bis 5450 Von der ersten ist eine Photographie veroffentlicht, die ein solches Gewirr von ubereinanderliegenden nach Roth und nach Violett abschattirten Banden zeigt, dass eine Deutung, eine Zerlegung in Serien, unmoglich erscheint Wenn man sich diese Gruppe auf die Breite einiger Millimeter zusammengedrangt denkt, wie es die alteren Beobachtungen von Mitscherlich, Lecoq, Eder und Valenta u s w thun, so erkennt man, dass man daran alles Beliebige, nur nicht die wirklichen Kanten von Banden messen kann.

Endlich hat Olmsted [108] von einem im Wasserstoff brennenden Bogen besondere Banden erhalten, die auch in den Sonnenfleckenspectren auftreten; er schreibt sie einer Wasserstoffverbindung zu Dieselben Banden sieht King [124] im electrischen Ofen, einmal umgekehrt

Trotz der zahlreichen Untersuchungen der Bandenspectra des Ca und seiner Verbindungen ist nur das Spectrum des Fluorids genugend bekannt Die andern Spectra kommen immer gemischt vor, sind grossentheils lichtschwach und daher mit kleiner Dispersion untersucht, wobei verschiedene Banden zusammenfliessen, Linienhaufungen wie Kanten erscheinen, Kanten verdeckt werden u s w. Vielfach scheinen die Autoren auch gar nicht die Kanten, sondern die Mitte oder das Maximum der Banden gemessen zu haben So sind alle Zahlenangaben sehr bedenklich, und die verschiedenen Autoren stimmen sehr schlecht überein. Am meisten Zutrauen scheint Olmsted zu verdienen, da es ihm gelungen ist, wenigstens annahernd gesetzmassigen Bau seiner Spectra nachzuweisen.

1. Metallbanden (fruher Oxydbanden genannt)

Ihre Zugehorigkeit zum Metall ist zweifelhaft, vergleiche King [124]. Fur den sichtbaren Theil des Spectrums finden sich Zeichnungen von Mitscherlich [11], Bunsen [23], Ciamician [25], die ich, so gut es geht, auf Wellenlangen reducirt habe, und von Wiedemann [78a], ferner Messungen von Lecoq [21], Lockyer [44], Eder und Valenta [48], Hartley [51]. Ich stelle sie in der folgenden Tabelle zusammen In einer neueren Abhandlung giebt Hartley [106a] eine ganze Anzahl ausfuhrlicherer Messungen, die ich in einer besonderen Tabelle zusammenstelle Fur den kurzwelligen Theil sind nur Messungen von Olmsted [94] und Eder und Valenta [48] vorhanden, die gar keine Aehnlichkeit mit einander haben, wenn auch naturlich einige angenaherte Coincidenzen vorhanden sind Nach Olmsted sind alle Banden nach Roth abschattirt, auflosbar, er ordnet sie zu 4 Serien.

Mitscherlich (11)	Lecoq (21)	Bunsen (23)	Hartley (51)	Lockyer (44)	Ciamician (25)	Eder u Valenta (48)
657—638	ε 6499—6382	654—635		6500	650—638	6442
633—605	α 6275—6191	618 ?	6253—6116	6250	6285—621	6265
605—596	δ 6044—5985	607—597	6075, 5739	6000	606—600	5983, 5727
556—550	β 5570—5504		5598—5485	5535	554—553	5644
			—			5543 5, 5517
			5445—5304			5428, 5374
						4550, 4515, 4465, 4435

Olmsted (94)		Eder u Valenta (48)	
4403 2	2	4396	1
4384	1	—	
4368	1	4362	1
4352 0	3	—	
4337	2	4324	1
4311	1	4294	1
4204 4	3	4257	1
4124	1	4159	1
4106 3	5	4122	1
4084 6	6	4084	1
4068	0	4042	1
3990	1	4002	1
3968 4	5	3972	1
3896 1	2	3942	1
3880	0	3909	1
3858 0	2	3880	1
3833 9	1	3840	1
3774 5	4	3815	1
3754 4	3	3771	1

Olmsted (94)		Eder u Valenta (48)	
3691 8	1	3722	1
3657 3	2	3687	1
3631 1	0	3644	1
3590 0	1	3608	1
3581 5	0	—	
3564 5	0	3569	1
3556 6	1	3531	1
3494 9	2	3494	1
3472 3	1	3463	1
3428 8	2	3429	1
3408 6	1		
3347 6	1		
3286 4	1		

Messungen von Hartley (106a)

Nitrat in Knallgas	Kalk in Flamme	Kalk in Gebläse	Funke nach Lösung
6880 } schwach			
6822 }			
6778 } zieml			
6614 } stark			
6468 } stark	6469 } s schwach	6482 }	6460 }
6394 }	6376 }	6395 }	6436 }
			6348 }
6346 }	6280 }	6225 }	6320 }
} s stark	6200 }	}	6265 }
}	bis 6158 }	}	6203 }
6122 }	bis 6150 }	6098 }	6161 }
6062 } stark	6050 }	6037 }	6048 }
5966 } doppelt	5964 }	5935 }	6064 }
			5933

Nitrat in Knallgas	Kalk in Flamme	Kalk in Geblase	Funke nach Losung
5774 } 5744 } 5617 } doppelt 5578 } 5565 } s stark 5514 }	5555 } 5534 } 5515 }	5555 } 5534 } 5514 }	5534 5517

2. Oxydbanden.

Wenn man die fruher dem Oxyd zugeschriebenen Banden dem Metall zuschreibt, so ist uber Oxydbanden so gut wie nichts bekannt; es werden nur stellenweise die gesetzmassig gelagerten Metallbanden durch unklare daruber gelagerte fremde Bander gestort, und diese schreibt Olmsted dem Oxyd zu Er rechnet dazu die Banden von Eder und Valenta 5727, 5543, 5517, 5428, 5374, die in der vorigen Tabelle angefuhrt sind

3. Chloridbanden.

Auch hier liegen fur den sichtbaren Theil zahlreiche ungenaue Angaben vor, die ich zunachst zusammenstelle

Lecoq (21)	Eder u Valenta (48)	Mitscherlich (11)	Ciamician (25)	Meisenbach (107)	Dufour (115)	Wiedemann (78a)
6442?			6455			638—634
ε { 6348	6349 2	628	6285			634—631 stark
ε { 6310	6322 2					631—627
α { 6202	6202 10		6265—622	6216 6—6205 7	6211—6207	627—622
α {		623		6195 3—6179 4	6193—6192	622—617 stark
α { 6181	6183 10				6184—6180	617—613
γ { 6068	6069 5		609	6076 6—6073 0		610—601
γ { 6044	6044 5		607			
β 5933	5934 8	593	5945	5978 3 —5934 3		599—591
ζ 5817	5816 3					586—582

Dass Liveing und Dewar [36] Banden zwischen 382 und 372 gesehen haben, ist schon oben erwahnt

Im langwelligen Theil des Spectrums hat Meisenbach [107] genauere Messungen gemacht, zwischen 5934 und 6278, da aber vielerlei Banden ubereinander liegen, sind die Resultate für sich allein nicht zu deuten.

Dufour [115] hat in eine Acetylenflamme Staub vom Chlorid eingeblasen und scheint so die Chloridbander ziemlich rein erhalten zu haben Er misst drei Bander aus, die sich nun auch bei Meisenbach finden. Ich gebe die beiden Zahlenreihen, wobei ich die von Dufour auf das Rowlandsche Wellenlangensystem angenahert umrechne durch Addition von 0.20 A

Dufour		Meisenbach	
6211 45	7	6211 77	4
10 44	6	10 74	4
09 52	5	09 81	3
08 64	4	08 97	3
07 88	3	08 21	3
—		07 55	3
—		06 96	2
—		06 48	2
—		06 06	1
—		05 72	4

Dufour		Meisenbach	
6193 24	3	6193 62	3
6192 40	2	6192 76	2
—		6190 65	1
—		6190 20	1
—		6189 3	1

Dufour		Meisenbach	
6184 76	7	6184 96	3
83 80	6	83 86	4
82 85	5	82 97	3
82 02	4	82 25	3
81 35	3	81 55	3
80 76	2	81 02	2
80 23	1	80 43	2
—		79 90	1
—		79 42	3

Jede dieser Zahlen bedeutet eine Kante einer nach Violett verlaufenden unaufgelosten Bande Nach Dufour zeigt die erste Bandengruppe parallel den Kraftlinien normalen Zeeman-Effect, die beiden folgenden anomalen — Meisenbach hat auch die Bandengruppe β von Lecoq aufgelost gemessen von 5934 bis 5969 Die einzelnen Kanten sind auch hier nach Violett abschattirt, wahrend die Bandengruppe nach Roth verlauft

Nach Schon [102] und Geisler [123] scheinen einige der Banden anomale Dispersion zu geben

Im Ultraviolett hat nur Olmsted [94] Messungen, er findet eine grosse Anzahl von Banden zwischen 4085 und 3644 Sie sind sammtlich nach Roth abschattirt und bilden zwei Serien von Paaren, die nach Roth hin laufen Das Genauere sehe man bei Olmsted — King [88] hat im electrischen Ofen vom Chlorid und vom Nitrat Bander erhalten, welche zum Theil mit obigen von Olmsted ubereinstimmen Dieser meint, es handle sich bei King um eine Superposition von Chlorid- und Metallbanden

4. Bromidbanden.

Es existiren fur den sichtbaren Theil nur die Zeichnungen von Mitscherlich [21], Ciamician [25] und von Wiedemann [78a], aus denen ich ablese

Ciamician 6455, 6395, 6362, 634, 6303, 629, 623, 6183, 6155, 611, 600, 598, 596

Mitscherlich — — — 6333, 6300, 6275, 6235, 6205, 6150

Wiedemann 640—634, 630—627 stark, 627—620, 618—614, 610—605, 601—593

Im Ultraviolett findet Olmsted zwischen 4204 und 3813 zahlreiche nach Roth abschattirte Banden, deren jede einen Kopf von Paaren zeigt. Sie lassen sich auch in zwei Serien ordnen. Die Zahlen sehe man bei Olmsted

5. Jodidbanden.

Nach Mitscherlich [21] liegen Banden bei 6335, 6318, 6230, nach der Zeichnung von Wiedemann [78a] liegt das Hauptband bei 645—638. Olmsted findet zwischen 4393 und 4147 neun nach Roth abschattirte Bander, deren Kopf auch ein enges Paar zu sein scheint Sie lassen sich ebenfalls in zwei Serien ordnen

6. Fluoridbanden.

Die ersten Angaben über solche Banden finden sich bei Mitscherlich [21], dann bei Liveing [27]. Es handelt sich dabei um Flammenspectra mit ganz geringer Dispersion, die neben den neueren Messungen nicht mehr in Betracht kommen. Dann hat Fabry [79] das Spectrum im electrischen Bogen untersucht, ebenso mit genaueren Messungen Rösch [97], endlich hat Dufour [109, 118] drei Banden gemessen. Fabry macht seine Angaben in auf das Vacuum reducirten Schwingungszahlen. Da er nicht angiebt, welche Brechungsexponenten er zu Grunde legt, so kann man nur angenähert die von ihm gefundenen Wellenlängen berechnen, ich nehme dazu die Correcturen, die Watts in seinem Index of spectra angiebt. — Dufour andererseits bezieht seine Wellenlängen auf das neue System von Fabry und Buisson, so dass auch hier eine Umrechnung nöthig war, um die drei Angaben vergleichen zu können.

Fabry und Rösch haben Bezeichnungen für die Banden eingeführt, welche ich mit anführe.

Fabry	Rösch	Dufour
E″		
6301 394		
6296 987		
92 586		
88 191		
84 593		
80 328		
E		
6285 779		
81 157		
76 936		
72 485		
68 551		
64 749		
61 217		
D‴		
6087 361		
85 360		
83 582		
81 805		
D″	E″	
6064 728	6064 612	6064 69
62 631	62 627	62 60
60 756	60 643	60 69
58 883	58 880	58 90
56 193	57 192	57 21
55 725	55 688	55 68

Fabry	Rösch	Dufour
D″	E″	
—	6054 295	6054 30
—	53 086	53 06
—	—	51 97
D′	E′	
6051 326	6051 034	6051 01
49 018	48 947	49 04
47 371	47 156	47 10
45 652	45 474	45 44
—	43 939	43 99
D	E	
6037 299	6037 153	6037 16
35 148	35 039	35 11
33 251	—	33 17
31 387	31 327	31 35
29 687	29 654	29 68
—	—	28 11
—	—	26 85
	D	
	5889 316	
	85 919	
	82 699	
	79 448	
	76 304	
	73 162	
	70 198	
	67 202	

Fabry	Rösch
C	C
5848 142	—
46 258	5846 407
44 175	44 091
42 194	42 316
40 726	40 644
39 259	39 177
37 962	37 848
36 701	36 587
35 542	35 497
34 554	34 544
33 635	33 693
—	32 910
—	32 298
—	31.788
—	31 380
—	31 108
	5445

Fabry	Rosch	Fabry	Rosch	Fabry	Rösch	Fabry	Rosch
B_2	B_2	B_1	B_1	A_2	A_2	A_1	A_1
5292 899	5293 078	5290 993	5291 229	5146 648	5146 601	5145 668	5145 594
98 623	98 912	96 882	97 115	53 229	53 019	52 246	52 063
5304 350	5304 758	5302 746	5303 014	59 641	59 533	58 602	58 601
10 212	10 618	08 717	08 954	66 281	66 170	65 374	65.262
16 256	16 519	14 588	14 936	72 886	72 904	72 056	72 021
22 371	22 575	20 671	21 017	79 846	79 710	78 937	78 878
28 501	28 615	26 995	27 140	86 621	86 668	85 840	85 807
34 672	34 784	33 249	33 362	93 790	93 672	92 798	92 863
40 830	40 996	39 546	39 513	5200 790	5200 803	99 978	99 991
47 202	47 307	45 857	—	08 098	08 034	5207 293	5207.221
53 751	53 692	52 375	52 345	15 244	15 341	14 510	14 552
60 183	60 120	58 918	58 942	22 848	22 723	22 002	22 011
66 918	66 793	65 622	65 526	30 118	30 235	29 379	29.551
73 381	73 455	72 053	72 185	38 232	37 851	37 189	37 110
80 179	—	78 789	—	45 865	45 544	45 039	44 883
86 761	86 886	85 919	85 812	53 503	53 370	52 813	52 652
93 709	93 743	92 574	92 580	—	—	—	—
5400 665	5400 763	99 527	99 772	—	—	—	—
07 863	07 890	5406 683	5406 837	77 583	—	76 663	-
15 149	—	14 035	14 448				
22 112	22 317	20 994	21 347				

Jede dieser Zahlen bedeutet eine Kante, von der Linienserien ausgehen die aber zu wenig deutlich aufgelost sind, als dass man die Structur der Banden untersuchen konnte.

Die Kantenserien A_1 und A_2 sind nach **Rosch** massig stark, aber sehr scharf Die erste Kante ist nicht die hellste, sondern erst die vierte oder die funfte, von wo an die Intensitat wieder abnimmt Die einzelnen Kanten sind nach Roth abschattirt, die Kantenserie ebenfalls. — Die Serien B_1 und B_2 sind ebenso gebaut, es sind die starksten des ganzen Spectrums Die ersten Kanten sind noch recht scharf, die folgenden werden immer unschärfer, schliesslich unmessbar. Es folgen dann noch zwei ebensolche Serien, die nur **Rösch** bemerkt hat, sie sind aber so unscharf, dass sich nur die beiden ersten Kanten bei 5445 deutlich markiren

Die nun folgende Bande C hat das Maximum der Intensität am langwelligen Ende, so dass man sie als nach Violett abschattirt bezeichnen muss, der Abstand der Kanten aber nimmt nach Violett ab Die Bande, welche **Rosch** mit D bezeichnet, ist ebenfalls nach Violett abschattirt, ebenso die folgenden, welche Rosch E, E′, E″, **Fabry** aber D, D′, D″ nennt. Auch D‴, E und E″ von **Fabry**, welche er allein gemessen hat, sind so gebaut

Nach **Dufour** zeigt die Bande D″ (nach **Fabry**'s Bezeichnung) den normalen Zeeman-Effect, die Banden D und D′ den anomalen Effect

Humphreys [92] bemerkt, dass die Banden D und D″ sich sehr leicht im Bogen selbst umkehren. Auch **Walter** [120] beobachtet die Erscheinung. D, D′ und D″ kehren sich sehr leicht um, schwach B_1, niemals D‴.

Geisler [123] findet, dass die Gruppen B, D, D′, D″ anomale Dispersion erzeugen, D‴ nicht.

Becquerel [121] hat gemeint, die Banden des Ca-Fluorids rührten nicht von diesem her, sondern von beigemischten seltenen Erden, Tb, Dy, Sa, da Phosphorescenzbanden in ähnlicher Lage beobachtet sind, und diese nach Urbain nur von den seltenen Erden herstammen. In einer mir nicht zugänglichen Veröffentlichung (Radium 5 p. 112, 1908) hat er aber nach Dufour diese Ansicht wieder fallen lassen.

7. Banden von Wasserstoffverbindung.

Olmstedt [108] findet, dass wenn man einen Ca-Bogen in Wasserstoffatmosphäre brennen lässt, neue Banden im Roth auftreten, sie erscheinen auch, wenn man Electroden von Ca-Carbid benutzt und Wasserdampf zuführt, oder Electroden von metallischem Ca, denen Wasserdampf oder Wasserstoff zugeführt wird. Er schliesst daraus, dass es sich um eine Verbindung von Ca mit Wasserstoff handle. Es sind namentlich zwei Bandengruppen sichtbar, die stärkste bei 6385, die schwächere bei B (6868). In der ersten Gruppe liegen die stärksten Kanten bei 6389.3 und 6382.2, schwächere sind bei 6407.5, 6398.5, 6393.0 sichtbar. Die Banden sind nach Violett abschattirt und aufgelöst; sie treten deutlich im Spectrum der Sonnenflecken auf. King [124] findet die erste Gruppe im electrischen Ofen, einmal umgekehrt.

8. Hypothetische Spectra.

Olmsted [94] hält es für möglich, dass auch das Nitrat von Ca ein besonderes Bandenspectrum erzeuge. Eder und Valenta [48] haben Nitrat in die Flammen gebracht, die gemessenen Bänder stimmen nur zum Theil mit den Banden des Metalls und des Oxyds von Olmsted, und er meint, die übrigen könnten vielleicht dem Nitrat angehören, da auch bei Sr ein besonderes Nitratspectrum vorkomme.

Ferner theilt Olmsted [108] mit, dass er vom Bogen von Calciumcarbid in Luft prachtvolle nach Roth abschattirte Banden im Grün erhalten habe. Messungen werden nicht gegeben.

CADMIUM (Cd = 112,40)

Literatur

[1] Ch Wheatstone, On the prismatic decomposition of electrical light Phil Mag (3) **7** p 299 (1835) Funke

[2] A Masson, De la nature de l'etincelle electrique et de sa cause Ann chim et phys (3) **31** p 295—326 (1851) Funke

[3] A Masson, Etudes de photometrie electrique Ann chim et phys (3) **45** p 385 bis 454 (1855) Funke

[4] G Kirchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und die Spectra der chemischen Elemente Abhandl Berlin Akad 1861 p 63—95, 1863 p 227—240 Funke

[5] Ch Wheatstone, On the prismatic decomposition of electrical light Chem News **3** p 198—201 (1861) Funke

[6] T R Robinson, On spectra of electric light, as modified by the nature of the electrodes and the media of discharge Phil Trans **152,** II p 939—986 (1862) Funke

[7] G G Stokes, On the long spectrum of the electric light Phil Trans **152,** II p 599—619 (1862) Ultraviolette Linien

[8] W A Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the photographic effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark Phil Trans **152,** II p 861—887 (1862) Ultraviolett, Funke.

[9] W Huggins, On the spectra of some of the chemical elements Phil Trans **154,** II p 139—160 (1864) Funke

[10] A Mitscherlich, Ueber die Spectren der Verbindungen und der einfachen Körper Pogg Ann **121** p 459—488 (1884) Verbindungsspectra

[11] F Brasack, Spectralanalytische Untersuchungen der Metalle Abh Naturf Ges Halle **9** p 1—16 (1864) Funkenspectrum, Empfindlichkeit

[12] R Thalén, Om spectralanalys Upsala Univers årsskr 1866 Funke, Zeichnung

[13] E Mascart Recherches sur la determination des longueurs d'onde Ann scient de l'école norm supér **4** p 7—31 (1866) Ultraviolett

[14] R Thalen, Mémoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies métalliques Nova acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868) Funke, Messung

[15] A Cornu, Sur le renversement des raies spectrales des vapeurs métalliques C R **73** p 332—337 (1871) Selbstumkehr

[16] A R Leeds, Spectra of metallic compounds Q J of sc **8** p 59-64 (1871) Verbindungsspectra

[17] Lecoq de Boisbaudran, Remarques sur quelques particularités observees dans des recherches d'analyse spectrale C R **76** p 1263—1265 (1873) Funke nach Losung

[18] J N Lockyer, Researches in spectrum-analysis in connection with the spectrum of the sun No I Phil Trans **163** p 253—275 (1873) Lange Linien

[19] Lecoq de Boisbaudran, Action du condensateur sur les courants d'induction C R **77** p 937—940 (1873) Veranderlichkeit

[20] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux Paris 1874 Funke nach Chloridlösung

[21] J N Lockyer, Spectroscopic notes No III On the molecular structure of

vapours in connection with their densities Proc Roy Soc. **22** p 374—378 (1874), Phil. Mag (4) **49** p 320—326 (1875) Absorption durch Dampfe

[22] J N Lockyer and W Chandler Roberts, On the absorption spectra of metals volatilized by the oxyhydrogen flame Proc Roy Soc **23** p 344—349 (1875) Absorption durch Dampfe

[23] A Gouy, Recherches sur les spectres des metaux a la base des flammes C. R **84** p 231—234 (1877) In Flamme

[24] Rand Capron, Photographed spectra London 1877

[25] G Ciamician, Ueber die Spectren der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen Wien Ber **76**, II p 499—517 (1877) Verbindungen

[26] J L Soret, Recherches sur l'absorption des rayons ultra-violets par diverses substances Arch sc phys et nat (2) **61** p 322—359 (1878) Ultraviolett

[27] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours No VI Proc Roy Soc **28** p 471—475 (1879), Umkehrung

[28] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours No VII Proc Roy Soc **29** p 402—406 (1879) Umkehrung

[29] J Parry and A E Tucker, On the application of the spectroscope to the analysis of iron and steel Engineering **27** p 127—128, 429—430, **28** p 141—142 (1879) Funke nach Losung

[30] A Cornu, Détermination des longueurs d'onde des radiations très-réfrangibles du Magnesium, du Cadmium, du Zinc et de l'Aluminium J de Phys **10** p 425—431 (1881) Ultraviolette Linien

[31] W N Hartley, Photographs of the spectra of twenty-one elementary substances (1881), Trans Roy Dublin Soc (2) 1 p. 231—238 (1883), J chem Soc **41** p 84—90 (1882) Funkenspectrum

[32] W N Hartley, On homologous spectra J chem Soc **43** p 390—400 (1883) Gesetzmassigkeiten

[33] H Becquerel, Spectres d'emission infra-rouges des vapeurs metalliques C R. **97** p 71—74 (1883) Ultraroth

[34] H Becquerel, Spectres d'emission infra-rouges des vapeurs metalliques C R **99** p 374—376 (1884) Ultraroth

[35] W N Hartley and W E Adeney, Measurements of the wave-lengths of lines of high refrangibility in the spectra of elementary substances Phil Trans **175**, I p 63—137 (1884) Ultraviolettes Funkenspectrum

[36] W N Hartley, Researches on spectrum photography in relation to new methods of quantitative chemical analysis Phil Trans **175**, II p 325—342 (18884) Funke nach Losung

[37] L Bell, The ultra-violet spectrum of cadmium Americ J (3) **31** p 426—431 (1886) Funkenspectrum.

[38] J N Lockyer, Researches on the spectra of meteorites Proc Roy Soc **43** p 117 bis 156 (1887) In Flammen

[39] H Deslandres, Spectres des bandes ultra-violets avec une faible dispersion Ann. chim et phys (6) **15** p 5—86 (1888) Ultraviolette Linien

[40] G D Liveing and J Dewar, On the ultra-violet spectra of the elements Phil. Trans **174**, I p 187—222 (1883) Bogenlinien

[41] J S Ames, On relations between the lines of various spectra, with special reference to those of cadmium and zinc, and a redetermination of their wave-lengths Phil Mag (5) **30** p 33—48 (1890) Bogenspectrum Gesetzmassigkeit

[42] V Schumann, Zur Photographie der brechbarsten Strahlen Photogr Rundschau **41** p 71—80 (1890) Vorhandensein kurzester Wellenlangen

[43] W N Hartley, On the physical characters of the lines in the spark spectra of elements Proc Roy Soc **49** p 448—451 (1891) Aussehen der Linien

[44] H Kayser und C Runge, Ueber die Spectren der Elemente IV Ueber die Linienspectren der Elemente der zweiten Mendelejeffschen Gruppe Abhandl Berlin Akad. 1891. Bogenspectrum, Gesetzmassigkeiten

[45] W. N Hartley, On the relations between the lines of various spectra Phil Mag (5) **31** p 359—363 (1891) Gesetzmassigkeiten

[46] A A Michelson, On the application of interference methods to spectroscopic measurements Phil Mag (5) **34** p 280—299 (1892) Structur der Linien

[47] A A Michelson, On the application of interference methods to spectroscopic measurements Rep Brit Ass 1892 p 170—185 Structur der Linien

[48] J M Eder, Beitrage zur Spectralanalyse I Das Emissionsspectrum der Ammoniak-Oxygen-Flamme II Die Verwendbarkeit der Funkenspectren verschiedener Metalle zur Bestimmung der Wellenlange im Ultravioletten Denkschr Wien Akad **60** p 1—24 (1893), Beitrage zur Photochemie p 44—57 Ultraviolett

[49] H A Rowland, A new table of standard wave-lengths Astron & Astrophys **12** p 321—347 (1893) Einige Bogenlinien

[50] W N Hartley, Flame spectra at high temperatures Phil Trans **A 185** p 161—212 (1894) In Knallgasflamme

[51] A A Michelson, Les methodes interférentielles en metrologie et l'etablissement d'une longueur d'onde comme unite absolue de longueur J de Phys (3) **3** p 5—22 (1894) Mem du Bur Internat des poids et mes **11** p 1—237 (1895) Absolute Messung der Linien

[52] J R Rydberg, Beitrage zur Kenntniss der Linienspectra Wiedem Ann **50** p 625—638 (1893) Gesetzmassigkeiten

[53] H Kayser und C Runge, Beitrage zur Kenntniss der Linienspectra Wiedem Ann **52** p 114—118 (1894) Gesetzmassigkeiten

[54] J M Eder u E Valenta, Ueber das Spectrum des Kaliums, Natriums und Cadmiums bei verschiedenen Temperaturen Denkschr Wien Akad **61** p 347—363 (1894) Beitrage zur Photochemie p 109—127 Funkenspectrum

[55] V Schumann, Zur Photographie der Lichtstrahlen kleinster Wellenlange Wien Anzeiger 1895 p 24—30, Chem News **71** p 118 (1895)

[56] E Wiedemann u G C Schmidt, Entladungserscheinungen in verdunnten Metalldampfen Wiedem Ann. **57** p 454—458 (1896) Erregung durch electrische Schwingungen

[57] L Arons, Ueber den Lichtbogen zwischen Quecksilberelectroden, Amalgamen und Legierungen Wiedem Ann **58** p 73—95 (1896) Quecksilberlampe mit Amalgam

[58] J F Mohler, The effect of pressure on wave-length Astrophys J **4** p 175—181 (1896) Druckverschiebung

[59] A C Jones, Ueber einige Emissionsspectra des Cadmiums, Zinks und der Haloidverbindungen des Quecksilbers und einiger anderer Metalle Dissert Erlangen 1896, Wiedem Ann **62** p 30—53 (1897) Verbindungsspectra

[60] A A Michelson, Radiation in a magnetic field Phil Mag (5) **44** p 109—115 (1897) Zeeman-Effect

[61] W J Humphreys, Changes in the wave-frequencies of the lines Astrophys J **6** p 169—232 (1897) Druckverschiebung

[62] G Gumlich, Ueber die Herstellung von Aronsschen Bogenlampen mit Amalgamfullung Zs f Instrkde **17** p 161—165 (1897), Wiedem Ann **61** p 401—407 (1897)

[63] Fr Exner u E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **106**, IIa p 54—68 (1897) Ultraviolettes Funkenspectrum

[64] M Hamy, Nouvelle lampe a cadmium pour la production des franges d'interférence a grande difference de marche C R **124** p 749—752 (1887) Vacuumlampe

[65] P Zeeman, Over doubletten en tripletten in het spectrum teweeg gebracht door uitwendige magnetische krachten Zittingsversl Akad Amsterdam **6** p 99—102, 260—262 (1897), Phil Mag (5) **44** p 55—60 (1897) Zeeman-Effect

[66] J S Ames, R F Earhart and H M Reese, Some notes on the Zeeman effect Johns Hopkins Univ Circ No 135 p 53 (1898) Zeeman-Effect

[67] A A Michelson, Radiation in a magnetic field Astrophys J **7** p 131—138 (1898) Zeeman-Effect

[68] A Kalahne, Ueber die Spectra einiger Elemente bei der stetigen Glimmentladung in Geisslerschen Röhren und die Abhangigkeit der Lichtstrahlung von Stromstarke und Druck Wiedem Ann **65** p 815—848 (1898) Linien und Banden

[69] M Hamy, Sur le spectre du cadmium dans un tube a vide C R **126** p 231—234 (1898) Cadmiumlampe Wellenlangen

[70] A Perot et Ch Fabry, Etude de quelques radiations par la spectroscopie interférentielle C R **126** p 407—410 (1898) Structur der Linien

[71] R Benoît, Application des phenomènes d'interference a des déterminations métrologiques J de phys (3) **7** p 57—68 (1898) Absolute Wellenlangen

[72] P Zeeman, Metingen over stralingsverschijnselen in het magnetisch veld Zittingsversl Akad Amsterdam **6** p 408—411 (1897), Phil Mag (5) **45** p 197—201 (1898), Zeeman Effect

[73] Th Preston, Radiation in the magnetic field Phil Mag (5) **45** p 325—339 (1898) Zeeman Effect

[74] A A Michelson, Radiation in a magnetic field Nat **59** p 440—441 (1899) Zeeman-Effect

[75] A Schuster and G Hemsalech, On the constitution of the electric spark. Phil Trans **A 193** p 189—213 (1899) Geschwindigkeit im Funken.

[76] Ch Fabry et A Perot, Théorie et application d'une nouvelle méthode de spectroscopie interférentielle. Ann chim et phys (7) **16** p. 115—144 (1899) Structur.

[77] J C Shedd, An interferometer study of radiations in a magnetic field Physic Rev **9** p 1—19, 86—115 (1899) Zeeman-Effect

[78] G Hemsalech, Sur les spectres des décharges oscillantes J de phys. (3) **8** p 652—660 (1899) Selbstinduction

[79] H M Reese, Notes on the Zeeman effect Johns Hopkins Univ Circ **18** No. 140 p 59 (1899) Zeeman-Effect

[80] Th Preston, Radiation phenomena in the magnetic field — Magnetic perturbations of the spectral lines Phil Mag (5) **47** p 166—178 (1899). Zeeman Effect

[81] J M Eder u E Valenta, Normalspectren einiger Elemente zur Wellenlängenbestimmung im aussersten Ultraviolett Denkschr Wien. Akad **68** p 531—554 (1899), Beitrage zur Photochemie p 377—404 Funkenspectrum

[82] M Hamy, Sur la determination de points de repere dans le spectre C R. **130** p 489—492 (1900) Wellenlangen

[83] M Hamy, Sur la determination de points de repère dans le spectre C R. **130** p 700—701 (1900) Structur

[84] H M Reese, An investigation of the Zeeman effect, with reference to Cd, Zn, Mg, Te, Ni, Ti, C, Ca, Al, Si and Hg Astrophys J **12** p 120—135 (1900), Phil Mag (5) **48** p 317—319 (1899) Zeeman-Effect

[85] L Arons, Ueber den electrischen Lichtbogen zwischen Metallelectroden in Stickstoff und Wasserstoff Ann d Phys (4) **1** p 700—718 (1900)

[86] Ch Fabry et A Perot, Sur les sources de lumière monochromatiques J de phys (3) **9** p 369–382 (1900) Veranderlichkeit der Linien.

[87] G A Hemsalech, Sur l'influence de self-induction sur les spectres d'étincelle C R **132** p 959—962 (1901), siehe auch, Recherches expérimentales sur les spectres d'etincelles Paris bei Hermann 1901 Selbstinduction

[88] Ch C Schenck, Some properties of the electric spark and its spectrum Astrophys J **14** p 116—135 (1901) Geschwindigkeit im Funken,

[89] W N Hartley and H Ramage, Banded flame-spectra of metals Trans Roy Dublin Soc (2) **7** p 339—352 (1901) In Flamme

[90] G Berndt, Ueber den Einfluss von Selbstinduction auf die durch den Inductionsfunken erzeugten Metallspectra im Ultraviolett Dissert Halle, 1901 Selbstinduction

[91] P Lewis, The spectra of cathodo-luminescent metallic vapors Astrophys J. **16** p 31—35 (1902) Leuchten unter Kathodenstrahlen

[92] C Runge und F Paschen, Ueber die Zerlegung einander entsprechender Serienlinien im magnetischen Felde Berl Ber 1902 p 380—386 (1902), Astrophys J **15** p 333—339 (1902) Zeeman-Effect

[93] F Exner u E Haschek, Tabelle der Funkenlinien Wien 1902

[94] J Hartmann u G Eberhard, Ueber das Auftreten von Funkenlinien in Bogenspectren Berlin Ber 1903 p 40—42, Astrophys J **17** p 229—231 (1903)

[95] A Fowler and H Payn, The spectra of metallic arcs in an exhausted globe Proc Roy Soc **72** p 253—257 (1903) Bogen unter kleinem Druck

[96] W von Bolton, Ueber electrodisches Leuchten und eine neue spectroscopische Methode. Zs f Electrochem **9** p 913—922 (1903) Leuchten bei Electrolyse

[97] Ch Fabry, Sur les raies satellites dans le spectre de cadmium C R **138** p 854—856 (1904) Structur der Linien

[98] M Hamy, Sur le spectre du zinc C R **138** p 959—961 (1904), Sur la fixité des raies solaires C R **138** p 1156—1157 (1904) Structur

[99] J Steinhausen, Ueber „enhanced lines" Dissert Bonn 1904, Zs f wiss Photogr **3** p 45—58 (1905) Verstarkte Linien

[100] G D Liveing, On differences between the spectra at anode and kathode in certain gases, and on the probable reasons for these differences Proc Cambr Phil Soc **12**, 5 p 337 bis 348 (1904) Veranderlichkeit

[101] O Lummer u E Gehrcke, Ueber eine Cadmiumlampe aus Quarz Zs. f Instrkde **24** p 296—298 (1904)

[102] J Barnes, On the analysis of bright spectrum lines Astrophys J **19** p 190—211 (1904) Structur der Linien.

[103] A S King, A study of the causes of variability of spark spectra Astrophys J **19** p 225—238 (1904) Veranderlichkeit

[104] E Wiedemann, Ueber Verbindungsspectra Festschr f Boltzmann, Leipzig bei Barth 1904 p 826 bis 831

[105] Ch de Watteville, Spectres de flammes Thèse, Paris 1904, Phil Trans **A 204** p 139—168 (1904). In Flamme mit Pulverisator

[106] F Exner u E Haschek, Tabellen der Bogenspectra Wien 1904

[107] J de Kowalski et P Joye, Sur le spectre d'émission de l'arc électrique à haute tension C R **140** p 1102—1103 (1905) Bogen

[108] L. Janicki, Feinere Zerlegung der Spectrallinien von Quecksilber, Cadmium, Natrium, Zink, Thallium und Wasserstoff Dissert Halle 1905 Ann d Phys (4) **19** p 36—79 (1906) Structur

[109] H W Morse, Spectra from the Wehnelt interrupter Astrophys J. **21** p 223—235 (1905) Leuchten im Wehneltunterbrecher

[110] F. A Saunders, New series in the arc spectra of magnesium, zinc and cadmium Physic Rev **20** p. 117—118 (1905) Gesetzmassigkeiten

[111] A Hagenbach u H. Konen, Atlas der Emissionsspectra Jena 1905

[112] J. Stark u R Küch, Electrische und spectrale Eigenschaften des Lichtbogens zwischen Cd-, Zn-, Pb-, Bi-, Sb-, Te- und Se-Electroden in evacuirten Quarzglasröhren Physik Zs **6** p 438—443 (1905)

[113] Lord Rayleigh, Some measurements of wavelengths with a modified apparatus Phil Mag (6) **11** p 686—703 (1906) Cadmiumlampe

[114] P. G Nutting, Line structure Astrophys J **23** p 64—78 (1906). Structur

[115] E Gehrcke u O von Baeyer, Ueber die Anwendung der Interferenzpunkte an planparallelen Platten zur Analyse feinster Spectrallinien Ann d Phys (4) **20** p 269—292 (1906) Structur

[116] Lord Blythwood and W A Scoble, Photographs of certain arc spectra from λ 5800 to λ 8500 Astrophys J **24** p 125—127 (1906) Rothes Spectrum

[117] E Neculcea, Recherches theoriques et experimentales sur la constitution des spectres ultraviolettes d'étincelles oscillantes Thèse Paris 1906 Selbstinduction

[118] R Benoît, Ch Fabry et A. Perot, Nouvelle détermination du mètre en longueurs d'ondes lumineuses C R **144** p 1082—1086 (1907), Trans Internat Union f Sol Res **2** p 109—137 (1907) Absolute Wellenlangen

[119] W Gallenkamp, Ueber Banden im Metallbogenspectrum Zs. f wiss Photogr **5** p 299—304 (1907)

[120] O von Baeyer, Ueber den Einfluss der Dispersion auf den Gangunterschied beim

Interferenzspectroscop nach Lummer-Gehrcke Verh Physik Ges **10** p 733—740 (1908) Structur der Linien

[121] S R Milner, On the nature of the streamers in the electric spark Phil. Trans **A 209** p 78—87 (1908) Geschwindigkeit im Funken

[122] H Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldampfen Dissert Bonn 1909, Zs f wiss Photogr **7** p 89—112 (1909) Anomale Dispersion

[123] R W Wood and D V Guthrie, The ultra-violet absorption spectra of certain metallic vapors and their mixtures Astrophys J **29** p 211—223 (1909) Absorption durch Dampfe

[124] F Paschen, Zur Kenntniss ultraiother Linienspectra II Ann de Phys (4) **29** p 625—663 (1909) Ultraiothe Linien

[125] H Finger, Ein Beitrag zur Kenntniss des Einflusses des Mediums auf die Linien im Funkenspectrum Dissert Munster 1909, Zs f wiss Photogr **7** p 329—356 (1909) Funken in Wasser

[126] L Janicki, Die Beschaffenheit der Spectrallinien der Elemente I Ann. d Phys. (4) **29** p 833—868 (1909) Structur der Linien

Wheatstone [1] hat zuerst einige Funkenlinien des Cd gesehen, Schlusse daraus auf Moglichkeit einer spectralanalytischen Untersuchung sind erst nach Kirchhoff erschienen [5] Die folgenden Untersuchungen von Masson [2,3], ebenso von Robinson [6], liefern nichts Brauchbares Erst Kirchhoff [4] hat einige Funkenlinien gemessen Dann findet Stokes [7], dass Cd reich an kurzwelligen Linien sei, und auch Millers Photographie [8] zeigt sie Huggins [9] misst das ganze sichtbare Funkenspectrum, dann folgt Thalén [12,14] erst mit einer Zeichnung, dann mit Messung, der ersten in Wellenlangen

Mitscherlich [10] erhalt ein Spectrum durch Einfuhrung des Carbonats in die Sauerstoff-Leuchtgasflamme Brasack [11] giebt an, mittelst des Funkens von Metallelectroden konne man noch 0 0004 mgr erkennen.

Mascart [13] bestimmt zum ersten Mal die Wellenlangen der ultravioletten Linien, die er numerirt Trotzdem die Messungen der damaligen Zeit entsprechend wenig genau waren, sind sie lange Zeit als Normalen fur das Ultraviolett benutzt worden

Cornu [15] beobachtet Selbstumkehr einiger Linien im Bogen Leeds [16] beschäftigt sich mit Verbindungsspectren, die in der Bunsenflamme auftreten Dabei bespricht er auch das Spectrum von Cd-Nitrat, seine Angaben sind aber nicht zu verwerthen

Lecoq [17,19] beschaftigt sich mit Funken nach Losungen, beschreibt relative Intensitatsanderungen einiger Linien mit Concentration und Art des Funkens, giebt dann [20] Zeichnung und Messung des Funkens nach dem Chlorid

Lockyer [18] untersucht zuerst die Lange einiger Linien, dann die Absorption durch Cd-Dampfe, erst allein [21], dann mit Roberts zusammen [22]. Cd-Dampfe zeigen nur continuirliche Absorption, bei niedriger Temperatur im Roth und Blau, bei hoherer nur im Blau.

Gouy [23] findet bei Einfuhrung des Chlorids in die Bunsenflamme im inneren Conus nur die Linie 4800, in der Flamme nichts, de Watteville [105]* hat spater genauere Untersuchungen angestellt, findet im Conus 9, in der ganzen Flamme 1 Linie Rand Capron [24] giebt photographirte Spectra.

Ciamician [25] liefert eine Zeichnung des Cd-Spectrums, erhalten mit Fulgurator. Er weist, wie schon vor ihm Mitscherlich und Lecoq, auf die Aehnlichkeit der Spectra von Cd und Zn hin. Auch Parry und Tucker [29] geben eine Zeichnung des Funkens nach Chloridlosung.

Liveing und Dewar [27,88] beobachten die Umkehrung einiger Linien im Bogen. Soret [26] und Cornu [30] messen die ultravioletten Linien genauer, Becquerel [33,34] findet eine Linie im Ultraroth.

Hartley [31] liefert eine Photographie des Funkenspectrums, weist auf die Aehnlichkeit der Triplets in verschiedenen Spectren [32] hin, giebt mit Adeney [35] eine Messung der ultravioletten Wellenlangen, und untersucht dann [36], welche Linien im Funken nach verschieden concentrirten Losungen noch auftreten. Bei 0.001 % ist nur noch 226 sichtbar. Endlich [43] bespricht er das Aussehen der Linien in den Spectralphotographieen.

Bell [37] bestimmt die Wellenlangen des Funkenspectrums des Cd, wobei aber durch ein Versehen beim Messen erhebliche Fehler auftreten, die Ames [41] corrigirt, beide heben auch wieder die Beziehungen zwischen Cd und Zn hervor, Ames macht aber einen Schritt weiter, da er auch die Lagerung der verschiedenen Triplets gegen einander berucksichtigt. — Kayser und Runge [44] messen zum ersten Mal das ganze Bogenspectrum und finden die gesetzmassige Beziehung zwischen den Spectren der Elemente der zweiten Mendelejeffschen Reihe. — Auch Hartley [45] macht Bemerkungen zu den Gesetzmassigkeiten.

Inzwischen haben auch Deslandres [39] und Liveing und Dewar [40] Linien im Ultraviolett gemessen, und Schumann [42,55] findet, dass Cd auch jenseits der in Luft photographirbaren Strahlen, im Schumannschen Gebiet, zahlreiche Linien besitzt, die freilich bis heute noch nicht gemessen worden sind.

Lockyer [38] macht Untersuchungen uber die Spectren in Flammen: im Bunsenbrenner giebt Cd nichts, in der Sauerstoffflamme nur die Linie 5086.

Ungemein folgenreiche Beobachtungen beginnt Michelson [46,47] uber die feinere Structur der Linien mit Interferenzmethoden. Er findet, dass die rothe Cd-Linie 6439 streng einfach sei und sehr scharf, die grune Linie bei 5086 dagegen ein Paar mit dem Abstand 0.022 und einem Intensitätsverhältniss der Componenten wie 5 : 1. Die blaue Linie bei 4800 endlich ist ein weiteres Paar. — Dann geht Michelson [51] zu der bekannten fundamentalen Feststellung der Wellenlangen der rothen und grunen Linie in absolutem Maass uber, indem er sie mit Benoît mit der Lange des internationalen Meters vergleicht.

Eder [48] misst die Wellenlangen des Funkenspectrums angenahert, die Abhandlung enthalt eine schone Photographie des prismatischen Spectrums von 5379 bis 2147. Spater geben Eder und Valenta [54] genauere Messungen, und stellen die Wellenlangen der Mascartschen Normalen fest, es waren durch Verschiedenheiten des Bogen- und Funkenspectrums Irrthumer

vorgekommen Noch spater [81] messen sie die Wellenlangen im Gebiet von 3545 bis 1856, und geben schone Photographieen des Normalspectrums.

Hartley [50] verwendet die Knallgasflamme, erhalt aber von metallischem Cd nur eine Linie bei 3261. Spater dagegen, mit Ramage gemeinsam, erhalt er [89] zahlreiche Linien und Banden, die bis zum Ende der Platte bei 3530 reichen Auch eine Photographie des Spectrums ist veroffentlicht.

Rydberg [52] macht Bemerkungen uber den Bau der ersten Nebenserie, welche Kayser und Runge [53] im Wesentlichen bestatigen. Es handelt sich darum, dass die erste Linie jedes Triplets dreifach, die zweite doppelt ist.

Wiedemann und Schmidt [56] sehen Cd-Dampf in verschiedenen Farben leuchten, wenn sie ihn in einer Glaskugel in das Feld electrischer Schwingungen bringen Jones [59] lasst die Entladungen einer Influenzmaschine durch Cd - Dampf gehen und beobachtet ohne Funkenstrecke grune Farbe, mit Funkenstrecke blaue Das Spectrum enthalt zahlreiche Linien und zwei Banden, die Intensitat von Linien und Banden ist sehr variabel je nach Grosse der Funkenstrecke und Weite der Rohre, eine Leidener Flasche lasst die Banden verschwinden — Jones untersucht auch Bromcadmium und Jodcadmium, erhalt aber nur continuirliche Spectra

Arons [57] fuhrt in seine Quecksilberlampe aus Glas Cd-Amalgam ein, und findet eine Reihe der Cd Linien, am hellsten an der Anode. Die Linien werden heller, wenn man wenig Cd zum Hg fugt (1,5 %) und die Lampe nicht kuhlt, was freilich das Glas nur kurze Zeit vertragt

Die Bestimmungen von Michelson und Benoît [71] hatten sehr erhebliche Unterschiede gegen die von Rowland [49] ergeben, Mohler [58] sucht sie aufzuklaren und misst dazu auch die Verschiebung der Linien durch Druck Eingehender geschieht das von Humphreys [61] er findet, dass fur Linien der ersten Nebenserie die reducirte Verschiebung etwa 0 021 betrage, fur die zweite Nebenserie 0 069, fur die Linie 6438 0 066, fur andere nicht zu Serien gehorige Linien 0 022

Gumlich [62] bespricht verschiedene Methoden, die Cd - Linien zu erzeugen, findet alle unbefriedigend Exner und Haschek [63,93] messen das Funkenspectrum, spater auch das Bogenspectrum [106].

Zeeman [65,72] gelingt die Photographie des Zeeman - Effectes fur die Linie 4800, dann auch fur 4678 Michelson [67] beobachtet mit dem Interferometer den Effect fur die rothe, grune und blaue Linie Mit dem Zeeman-Effect bei verschiedenen Linien beschaftigen sich noch viele weitere Untersuchungen Ames, Earhardt und Reese [66], Michelson [67], Zeeman [72], Preston [73], Michelson [74], Shedd [77], Reese [79,84], Preston [80], endlich Runge und Paschen [92].

Kalahne [68] lasst den Strom einer Hochspannungsbatterie durch ein Geisslerrohr mit Cd gehen, welches auf 350 bis 460 ° C erhitzt wird. In weiterem Rohre treten Schichten auf, die auf der Seite der Kathode indigoblau, sonst hellgrun leuchten Das blaue Licht zeigt besonders deutlich zwei

aus Linien bestehende, nach kurzen Wellen verlaufende Banden, deren Kanten bei etwa 4498 und 4300 liegen. Bei höherem Druck tritt ein continuirliches Spectrum von 550 bis 450 auf, im Uebrigen ist eine Anzahl von Linien sichtbar.

Eine grosse Zahl von Arbeiten beschäftigt sich mit der feineren Structur der Linien, namentlich der rothen 6439, grünen 5086 und blauen 4800, welche von Michelson und Benoît [51,71] bestimmt worden waren. Michelson hatte zur Erzeugung des Spectrums ein Geisslerrohr mit eingeschmolzenen Electroden benutzt. Hamy [64] verfertigt eines mit äusseren Electroden, und bestimmt dann [69] nach eigener Interferenzmethode die Wellenlängen, bezogen auf Michelson's rothe Cd-Linie. Dabei erweisen sich die Linien 4678, 4800 und 5086 als zusammengesetzt, sie werden aber einfacher, wenn man in das Rohr etwas Luft einlässt. Auch Perot und Fabry [70,76] untersuchen die Linien, finden 5086 doppelt, 4800 dreifach. Nun treten zwischen beiden Messungsreihen kleine Unterschiede auf, namentlich in Bezug auf die grüne Linie 5086. Die genauere Discussion durch Hamy [82, 83, 98], Fabry und Perot [86, 97], Benoît [71] ergiebt, dass die Componenten der Linien nicht stets in gleichem Intensitätsverhältniss auftreten, so dass sogar einzelne Componenten verschwinden können. Sind nun die Componenten nicht getrennt, so verschiebt sich natürlich der Schwerpunkt, und selbst wenn sie getrennt sind, können verschiedene Beobachter die gerade bei ihren Bedingungen stärkste Linie der Messung zu Grunde legen und so verschiedene Resultate erhalten.

Später beschreiben Lummer und Gehrcke [101] die ausgezeichnete Cadmiumlampe aus geschmolzenem Quarz, welche Heraeus in Hanau in den Handel gebracht hat, und sehen mit der Interferenzplatte bei 5086 und 4800 je 5 Begleiter, bei 6439 deren drei, aber sie sind variabel, und zeitweise erscheint sowohl 6439 als 5086 einfach. Auch Barnes [102] untersucht die Linien, findet bei 6439 nur einen schwachen Begleiter, bei 5086 drei auf der Seite der längeren Wellen, bei 4800 zwei. — Dann folgt eine Arbeit von Janicki [108], der Michelson's Stufengitter benutzt; nach ihm ist 6439 einfach, 5086 dreifach, 4800 vierfach. — Nachdem sich dann herausgestellt hat, dass die Lummersche Platte leicht falsche überzählige Bilder giebt, untersuchen Gehrcke und v. Baeyer [115] mittelst der „Methode der Interferenzpunkte", sie finden 6439 einfach, 5086 doppelt, 4800 vierfach. Endlich findet v. Baeyer [121], dass die geringen Unterschiede, die zwischen den beiden letztgenannten Messungen noch existiren, genügend verschwinden, wenn man die Dispersion für die Lummersche Platte berücksichtigt. — Auch Nutting [114] macht einige Bemerkungen über die Structur der Cd-Linien, die aber recht unbestimmt sind und mir sehr zweifelhaft erscheinen. Ebenso urtheilt Janicki [126].

Inzwischen sind andere Fragen behandelt worden. Hemsalech [78, 87] untersucht den Einfluss der Selbstinduction; es widerstehen im Wesentlichen nur die Triplets der Serien. Auch Berndt [90] und Néculcéa [117] behandeln diese Erscheinung. Schenck [88] bespricht den Einfluss von Selbstinduction

und Capacitat, er theilt die Linien des Cd je nach ihrem Verhalten in mehrere Gruppen: Gruppe C enthalt Linien, die unscharf sind, nur an den Polen auftreten, durch Selbstinduction leicht verschwinden, im Bogen fehlen, sich nicht selbst umkehren — Gruppe B enthalt die meisten ubrigen Funkenlinien; auch sie sind an den Polen erheblich starker Bei Verlangerung der Oscillationsdauer des Funkens verkurzen sie sich oder verschwinden — Gruppe A enthalt die Linien, welche Bogen und Funken gemeinsam sind, die Gruppe ist daher einfacher, als das volle Bogenspectrum Selbstinduction macht die Gruppe complicierter, ahnlicher dem Bogenspectrum Diese Linien reichen von einem Pol zum andern — Es bleiben nur wenige Linien ubrig, die sich nicht in diese Gruppen einordnen lassen — In dem zweiten Theil der Abhandlung werden die Erscheinungen der Oscillationen genauer besprochen, indem der Funke oder sein Spectrum mit rotierendem Spiegel photographiert wird Diese Erscheinungen sind hier nicht weiter zu behandeln, sie waren zuerst von Schuster und Hemsalech [75] studirt worden, sind später abermals von Milner [121] untersucht worden.

Arons [85] lasst den Bogen in Wasserstoff und Stickstoff brennen, und beschreibt verschiedene Farben, die an verschiedenen Stellen auftreten. In Wasserstoff ist der Cd-Bogen im Allgemeinen tiefblau, bei „hoheren Spannungen war die Entladung an der Anode rosa, sonst blassblau Bisweilen bemerkte man an der Anode eine mattrosa Glimmhaut und einen hochst fein geschichteten, rosafarbenen positiven Theil der Entladung, wahrend die Entladung an der Kathode blau blieb“ Leider sind die Spectra dieser verschiedenen Theile nicht untersucht.

Lewis [91] erregt Metalldampfe durch Kathodenstrahlen, es treten Linien auf, die, nach abnehmender Intensitat geordnet, sind 5086, 4413, 4800, 4678; bei sehr hoher Temperatur erschien auch 6431 — Hartmann und Eberhard [94] brennen den Bogen unter Wasser, wie bei anderen Metallen (z B Mg, Zn) treten auch hier Linien auf, die sonst nur im Funken kräftig erscheinen 5379, 5339, 4416 — Fowler und Payn [95] brennen den Bogen unter einem Druck von 1 bis 2 mm. Das Triplet 5086, 4800, 4678 und die Linie 4662 werden scharfer, aber schwacher, die Funkenlinien 5379 und 5339 treten deutlich auf Ausserdem sind die schon mehrfach erwahnten beiden Banden bei 4491 und 4289 sichtbar, die von den Autoren einer Wasserstoffverbindung zugeschrieben werden Kowalski und Joye [107] untersuchen Bogen mit hoher Spannung

Steinhausen [99] bestimmt die enhanced lines — Liveing [100] sieht in einem Geisslerrohr uberall die Linien 5085, 4799, 4677, 6438 und 5153, an der Kathode bei etwas hoherem Druck noch 5378, 5337 und 4415

King [103] untersucht den Einfluss von Selbstinduction und Capacität auf das Funkenspectrum. Erstere schwacht namentlich die Linien, welche nicht zu den Tripletserien gehoren, von letzteren die erste Nebenserie mehr, als die zweite; Capacitat wirkt gerade umgekehrt

Wiedemann [104] beschreibt oberflachlich Spectra von Verbindungen, die er nach der Methode von Jones [59] erhalt. Chlorcadmium gab ein continuirliches Spectrum von 630 bis Blau, Bromcadmium ein continuirliches Spectrum schwach im Roth, hell im Grun und Blau, Jodcadmium ein Spectrum, welches continuirlich im Roth, Gelb und Grun war, intensiv bis 510, schwach bis 470; das Stuck 632—620 war dunkel, auch lag im Gelb ein schwaches Minimum

von Bolton [96] beschreibt und zeichnet Spectra, welche im Wehnelt-unterbrecher auftreten, wenn man die Kathode aus Cadmium herstellt. Eine genauere Untersuchung mit Messungen liefert Morse [109], es treten Linien auf, darunter einige, die weder im Bogen noch im Funken bekannt sind, und Spuren von Banden

Im Spectrum des Mg hat bekanntlich Rydberg gemeint, noch eine Serie von einzelnen Linien zu finden, Fowler und Shaw haben eine zweite hinzugefugt. Saunders [110] meint zwei entsprechende Serien auch bei Zn und Cd zu finden Er rechnet zur ersten 5154, 4307, 3982, 3819 (n), 3737 (n), vielleicht 7079 (n); zur zweiten 6439, 4662, 4141, 3905 (n) Die mit (n) versehenen Linien sind sonst nie beobachtet worden

Lord Rayleigh [113] beschreibt eine neue Cd-Lampe, die sehr einfach ist ein Geisslerrohr von ublicher Form, in welches an beiden Enden durch langere enge Kapillaren Aluminiumdrahte als Electroden eingeschoben sind, die mit Siegellack gedichtet werden Man muss nur von Zeit zu Zeit neu auspumpen, sonst wird die rothe Linie schwach

Lord Blythwood und Scoble [116] veröffentlichen eine Photographie des rothen Bogenspectrums, man sieht Linien bei etwa 6439, 6270, 6245, 6160, 6138, 6120, 6100, die bis auf die erste und letzte unbekannt sind

Gallenkamp [119] hat einen Bogen mit oscillirender Electrode, entsprechend dem trembleur von Fabry und Perot, benutzt Wenn er die feste Electrode mit Wasser kuhlt, so treten bei Cd, ebenso bei anderen Elementen, Banden auf, die aber nicht gemessen sind

Hagenbach und Konen [111] geben Photographieen des Bogen- und Funkenspectrums — Stark und Kuch [112] beschrieben die Quarz-Cd-Lampe von Heraeus, sie sehen in ihr neben Linien auch Banden, die aber weder gemessen noch der Lage nach beschrieben werden

Dann ist eine Arbeit von Benoît, Fabry und Perot [118] zu nennen, welche die absolute Bestimmung der Wellenlange der rothen Cd-Linie enthalt Obgleich eine ganz andere Methode als die von Michelson benutzte verwandt wird, die Methode von Fabry und Perot, ergiebt sich ein Werth, der bis auf 0 001 A, mit dem Michelsonschen ubereinstimmt (Vergl p 283)

Geisler [122] findet, dass Cd-Linien anomale Dispersion erzeugen, und zwar 5086 und 4800

Vortreffliche Messungen im Ultraroth macht Paschen [124], welcher die Wellenlange 16432 erreicht Die Beobachtungen werden theils an der

Bogenlampe in Luft, theils an Quarz-Vacuumlampen mit Thermosaule ausgeführt Paschen findet eine Triplet-Hauptserie und andere Gesetzmassigkeiten

Finger [125] untersucht Funken in Wasser, Wood und Guthrie [123] beobachten die Absorption von Cd-Dampfen im Ultraviolett Dabei ist besonders die Linie bei 2288 auffallend, deren Absorption bis zu 200 A breit wird, und symmetrisch ist, aber unsymmetrisch wird, sobald Quecksilberdampf zugegen ist

1. Linienspectrum.

Becquerel [33, 34] hat eine ultrarothe Linie bei 10 500 gemessen; Kirchhoff [4] giebt 6727 0, Hagenbach und Konen [111] 6933

	Paschen (124) Bogen		Eder u Valenta (54) Funke		Bezeichnung nach Mascart	
	16482 2	100				
	16433 8	50				
	16401 5	30				
	15713 5	60				
	15258 0	7				
	15154 78	110				
	14853 9	35				
H I 3	14474 62	65 d				
	14354 45	8				
H II 3	14327 99	90				
H III 3	13979 22	150				
	11630 8	13				
	11268 4	25				
	10395 17	200				
H I 4	7399 2	5				
H II 4	85 3	10				
H III 4	46 5	15				
	—		6467 4	2		
	6438 710	20	39 3	10	Cd 1	3) 4) 7) 8)
	6330 18	8	—			
	25.404	15	—			
	6128 87	2	—			
H I 5	16 395	4	—			
H II 5	11 729	6	—			
H III 5	6099 393	8	—			
	—		6057 7	2		

3) Von Lecoq (20) im Funken nach Chloridlösung gesehen

4) Für diese Linien hat Humphreys die Druckverschiebung gemessen

7) Rowland (49) giebt für diese Linien an 6439 680, 5086 001, 4800 097, 4678 339, 4413 181.

8) Für diese Linien ist der Zeeman-Effect untersucht.

	Paschen (124) Bogen	Kayser u Runge (44) Bogen	Exner u Haschek (106) Bogen	Eder u Valenta[a]) (54) Funke	Exner u Haschek (93) Funke	Hartley u Adeney (35) Funke	Bezeichnung nach Mascart	
	—			6004 7 2				
	—			5958 7 2				
	—			14 1 2				
	—			5791 1 2				
	5784 15 4			—				
	—			5688 2 4				
	—			63 6 1				
	—			40 6 1				
	5637 44 5			—				
	—			11 6 1				
H I 6	07 068 2			—				
H II 6	04 903 4			—				
H III 6	5598 989 6			—				
	—			5490 2 6				
	—			72 5 6				
	—			5391 1 2				
	5378 42 6			79 3 10			Cd 2	[3] [5] [6]
H I 7	39 692 1			38 6 10			Cd 3	[3] [5] [6]
	37 73 3			—				
	—			08 2 1				
	—			05 1 3				
	5297 87 2			—				
	—			5203 9 1				
	—			5174 3 3				
	5154 85 10	5154 85 6 r		55 2 1				[3] [6] [[9]
2 N I 3 }	—	5086 06 10R		5086 1 10			Cd 4	[3] [4] [6] [7] [8]
H I 2 }	—	—		26 5 1				
	—	—		4854 7 2				[[8] [9]
2 N II 3 }	—	4800 09 10R		00 1 10		4799 0	Cd 5	[3] [4] [6] [7]
H II 2 }	—	—		4783 6 1		—		
	—	—		07 3 2		—		
	—	—		4693 7 2		—		[5] [[8] [9]
2 N III 3 }	—	4678 37 10R	4678 50 5 v	78 4 10	4678 49 50 r	4676 7	Cd 6	[3] [4] [6] [7]
H III 2 }	4662 525 10	62 69 8 r	63 1 u	62 7 3	—	—		[6]
	—	—	—	46 5 1	—	—		
	—	—	—	34 8 1	—	—		
	—	—	—	31 3 1	—	—		

a) Hemsalech (87) giebt noch einige Funkenlinien, die von Eder und Valenta nicht beobachtet sind 5491 8, 5476 6, 5471 15, 4241 65, 4236 95, 4145 85, 4119 8, 4117 4, 4097 4, 4034 65, 3982 6

3) Von Lecoq (20) im Funken nach Chloridlösung gesehen

4) Für diese Linien hat Humphreys die Druckverschiebung gemessen

5) Nach Steinhausen (99) enhanced lines

6) Von Morse (109) im Wehneltunterbrecher gesehen Ausserdem findet er noch die sonst unbekannten Linien 5348 5, 4510 5, 4313 0, 4297 0, 4122 5, 3822 5, 3776 5, 3734 0

7) Rowland (49) giebt für diese Linien an 6439 680, 5086 001, 4800 097, 4678 339, 4413 181

8) Für diese Linien ist der Zeeman-Effect untersucht

9) Von de Watteville (105) in Flamme gesehen

Paschen (124) Bogen	Kayser u Runge (44) Bogen	Exner u Haschek (106) Rogen	Eder u Valenta a) (54) Funke	Exner u Haschek (93) Funke	Hartley u Adeney (35) Funke	Bezeichnung nach Mascart	
4615 93 2	—	—	—	—	—		
15·57 5	—	—	—	—	—		
14 35 8	—	—	—	—	—		
—	—	—	4600 0 1	—	—		
—	—	—	4581 9 1	—	—		
—	—	—	41 6 1	—	—		
—	—	—	21 4 1	—	—		
4511 51 5	—	—	—	—	—		6)
—	—	—	4491 3 1	—	—		
—	—	—	87 8 1	—	—		
—	—	—	43 4 2	—	—		
4415 83 9	—	—	15 9 10	4415 91 20	4414 5	Cd 7	3) 5) 6) 8)
13 23 10	4413 23 6	4413 23 1	13 2 2	—	—		1) 7)
	—	—	03 5 1	—	—		
	—	—	4393 5 1	—	—		
	4306 98 4u	—	—	—	—		
	—	—	4293 9 2	—	—		
	—	—	72 9 3	—	—		
	—	—	71 2 3	—	—		
	—	—	45 8 4	—	—		
	—	—	26 6 1u	—	—		
	—	—	17 1 6	—	4215 3		
	—	—	14 0 2	—	—		
	—	—	4191 8 4	—	—		
	—	—	77 5 2	—	—		6)
	—	—	71 6 2	—	—		
	—	—	63 9 2	—	—		
	—	—	58 1 5	4158 3 1u	4158 0		5)
	—	—	42 1 4	—	41 0		
	—	—	39 8 2	—	—		
	—	—	36 9 1u	—	—		
	—	—	34 3 1u	—	—		
	—	—	30 9 1u	—	—		
	—	—	27 1 6	27 4 1u	27 4		5)
	—	—	16 8 3	—	—		
	—	—	14 7 5	14 8 1u	15 2		5)
	—	—	12 8 1	—	—		
	—	—	02 6 1	—	—		6)

a) Hemsalech (87) giebt noch einige Funkenlinien, die von Eder und Valent nicht beobachtet sind 5491 8, 5476 6, 5471 15, 4241 65, 4236 95, 4145 85, 4119 8, 4117.4, 4097 4 4034 65, 3982 6

1) Diese Linie ist von Eder und Valenta auch im Bogen sehr schwach gesehen

3) Von Lecoq (20) im Funken nach Chloridlösung gesehen

5) Nach Steinhausen (99) enhanced lines

6) Von Morse (109) im Wehneltunterbrecher gesehen Ausserdem findet er noch d sonst unbekannten Linien 5348 5, 4510 5, 4313 0, 4297 0, 4122 5, 3822 5, 3776 5, 3734 0

7) Rowland (49) giebt für diese Linien an 6439 680, 5086 001, 4800,097, 4678 33 4413 181

8) Für diese Linien ist der Zeeman-Effect untersucht

Kayser und Runge (44) Bogen	Exner und Haschek (116) Bogen	Eder und Valenta [a]) (54) Funke	Exner und Haschek (93) Funke	Hartley und Adeney (35) Funke	Bezeichnung nach Mascart	
—	—	4095 0 7	4095 0 2u	—		5)
—	—	92 5 3	—	—		
—	—	83 9 1	—	—		
—	—	77 4 1	—	—		
—	—	75 8 1	—	—		
—	—	72 1 1	—	—		
—	—	68 8 1	—	—		
—	—	66 3 1	—	—		
—	—	64 1 1	—	—		
—	—	57 7 5	—	—		
—	—	54 0 1u	—	—		
—	—	49 1 3	—	—		
—	—	44 7 3	—	—		
—	—	38 6 1u	—	—		
—	—	35 1 3	—	—		
—	—	29 2 1	—	—		
—	—	23 3 1	—	—		
—	—	18 5 2	—	—		
—	—	14 8 1u	—	—		
—	—	09 2 1u	—	—		
—	—	06 0 1u	—	—		
—	—	3994 1 3	—	—		
—	—	92 0 4	3992 0 1u	—		5)
—	—	88 4 5	88 3 1u	3987 6	Cd 8	5)
—	—	84 7 3	85 0 1u	—		5)
3981 92 2r	—	—	—	—		
—	—	77 8 6	77 3 2u	76 3		5)
—	—	76 8 6	—	74 5		
—	—	58 9 7	59 2 2u	—		5)
—	—	51 0 3	—	—		
—	—	45 7 1	—	—		
—	—	40 4 8	40 6 1u	40 0		5)
—	—	35 7 3	—	—		
—	—	19 6 4	—	—		
—	—	10 5 1u	—	—		
—	—	02 9 1u	—	—		
—	—	3899 4 2	—	—		
—	—	89 8 1	—	—		
—	—	65 4 2	—	—		
—	—	52 3 4	—	3851 0		
—	—	48 2 2	—	—		
—	—	43 8 2	—	—		
—	—	40 6 2	—	—		
—	—	37 9 2	—	—		

a) Hemsalech [87] giebt noch einige Funkenlinien, die von Eder und Valenta nicht beobachtet sind 5491 8, 5476 6, 5471 15, 4241 65, 4236 95, 4145 85, 4119 8, 4117 4, 4097 4, 4034 65, 3982 6.

5) Nach Steinhausen [99] enhanced lines

	Kayser u Runge (44) Bogen	Exner u Haschek (106) Bogen	Eder u Valenta (54) Funke	Exner u. Haschek (93) Funke	Hartley u Adeney (35) Funke	Bezeichnung nach Mascart	
	—	—	3808 2 3	—	3810 0		
	3729 21 4r	—	—	—	—		
	—	—	—	—	3682 6 ?		
	3649 74 2r	—	—	—	—		
1 N I 4 {	14 58 4	3614 62 10	3614 6 2	3614 60 2	—		
	13 04 8 R	13 11 50R	13 0 8	12 99 15	11 8 u	} Cd 9	4) 8)
	10 66 10 R	10 72 500R	10 7 10	10.61 100R	09 6 u		4)6)8)
	3595 64 1r	—	—	—	—		2)
	—	—	3545 255 1	—	—		
	—	—	35 820 8	3535 83 4	3535 0		5)
	—	—	26 310 1	—	—		
	00 09 4r	3500 20 2	00 131 4	00 3 1 u	3498 2 u		5)
	—	—	3497 097 1	—	—		
	—	—	94 036 4	—	—		
	—	—	86 155 2	—	—		
	—	—	81 860 5 u	—	—		
1 N II 4 {	3467 76 8 R	3467 81 50R	67 77 10	3467 77 15	66 8 u	} Cd 10	4) 6)
	66 33 10 R	66 37 100R	66 35 10	66 34 30R	65 4 u		4) 8)
	—	—	60 114 3	—	—		
	—	—	23 670 1	—	—		
	—	—	12 621 4	—	—		
1 N III 4	03 74 10 R	03 86 100R	03 77 10	03 72 30	02 9	Cd 11	4)6)8)
	—	—	3397 910 2	—	—		
	—	—	97 277 2 u	—	—		
	—	—	95 570 1	—	—		
	—	—	94 681 2	—	—		
	—	—	89 865 2	—	—		
	—	—	85 490 4 u	3385 6 1 u	3384 7		5)
	—	—	50 878 u	—	—		
	3299 11 4	—	3299 115 4U	—	—		
	—	—	86 099 3 u	3286 15 1	3285 3	Cd 12	8)
	—	—	83 947 5 u	83 98 2	82 9		
	—	—	82 427 1 u	—	—		
	—	—	77 110 2	—	76 4		
	—	—	74 101 2	—	—		
	—	—	69 900 3	—	—		
	—	—	64 589 3 u	64 6 1 u	64 1		
	—	—	63 451 1	—	—		

2) Von hier an sind die Linien aus Eder und Valenta (81) genommen

4) Für diese Linien hat Humphreys die Druckverschiebung gemessen

5) Nach Steinhausen (99) enhanced lines

6) Von Morse (109) im Wehneltunterbrecher gesehen Ausserdem findet er n die sonst unbekannten Linien 5348 5, 4510 5, 4313 0, 4297 0, 4122 5, 3822 5, 37 3734 0

8) Für diese Linien ist der Zeeman-Effect untersucht

9) Von de Watteville (105) in Flamme gesehen.

	Kayser u Runge (44) Bogen	Exner u Haschek (106) Bogen	Eder u Valenta (81) Funke	Exner u Haschek (93) Funke	Hartley u Adeney (35) Funke	Bezeichnung nach Mascart	
	3261 17 10R	3261 23 20R	3261 186 8	3261 21 5	3260 2		[4] [6] [8] [9] [10]
	—	—	59 122 2	—	—		
	—	—	56 691 2	—	—		
2 N I 4	52 63 8r	52 86 20r	52 689 8u	52 8 3r	51 8		[4] [8]
	—	—	50 432 8	50 51 10	49 5		[5] [6]
	—	—	48 452 2	—	—		
	—	—	47 699 3	—	—		
	—	—	46 165 2	—	—		
	—	—	41 785 3	—	—		
	—	—	36 777 2u	36 85 1	3233 6		[5]
	—	—	31 776 2u	—	—		
	—	—	30 184 1	—	—		
	—	—	24 339 3	—	22 6		
	—	—	21 605 3	21 67 1	19 9		[5]
	—	—	17 885 4	17 9 2u	16 0		[5]
	—	—	16 076 4u	—	—		
	—	—	13 845 1	—	—		
	—	—	12 927 1	—	—		
	—	—	10 364 4u	10 2 2u	11 8		[5]
	—	—	09 412 1u	—	09 0		
	—	—	01 970 3U	—	00 6		
	—	—	3197 936 4	3197 9 1u	3196 8		[5]
	—	—	96 590 2	—	—		
	—	—	95 987 2u	—	94 9		
	—	—	85 635 6	85 68 3	85 1		[5]
	—	—	83 043 3u	—	81 5		
	—	—	78 594 2u	78 68 1	77 9		[5]
	—	—	76 902 2u	76 9 1u	76 1		[5]
	—	—	74 528 u	74 56 2	—		
	—	—	73 679 5u	73 70 2	72 9		[5]
	—	—	63 236 1U	—	—		
	—	—	61 896 6U	61 99 3	61 0		[5]
	—	—	60 955 3U	61 0 1u	—		
	—	—	57 214 6	57 19 2	56 6		[5]
	—	—	56 014 1	—	—		
	—	—	53 412 1u	54 3 1u	52.7		
	—	—	46 941	—	—		
	—	—	41 739 3	—	—		
2 N II 4	3133 29 2r	3133 47 20r	33 351 8r	33 50 3	32 5	Cd 13	[4]
	—	—	29 359 7u	29 37 3	29 4		[5]
	—	—	27 794 1	—	—		
	—	—	24 490 4	24 55 2	23 6		[5]

4) Fur diese Linien hat Humphreys die Druckverschiebung gemessen
5) Nach Steinhausen (99) enhanced lines
6) Von Morse (109) im Wehneltunterbrecher gesehen
8) Fur diese Linien ist der Zeeman-Effect untersucht
9) Von de Watteville (105) in Flamme gesehen
10) Dies ist die Hauptlinie in Flammen

	Kayser u Runge (44) Bogen		Exner u Haschek (106) Bogen		Eder u Valenta (81) Funke		Exner u Haschek (93) Funke		Hartley u Adeney (35) Funke	Bezeichnung nach Mascart	
	—		—		3121 888	5 u	3121 95	2	3120 9		[5]
	—		—		18 976	6	19 0	2 u	17 8		[5]
	—		—		13 056	4	13 05	1	12 0		[5]
	—		—		3095 566	8 r	3095 70	3	3095 0		[5]
	—		—		92 319	3	92 45	1	—		[5]
	—		—		91 024	1	—		90 5		
	—		—		89 235	2	89 3	1	—		
	—		—		88 540	3	88 55	1	87 7		[5]
	—		—		84 984	5 r	85 10	3	84 3	Cd 14 a	[5]
	—		—		82 801	2U	—		—		
2 N III 4	3081 03	6 r	3081 11	10 r	81 000	5 r	81 1	2 r	80 2	Cd 14 b	[4] [8]
	—		—		77 239	3	77 3	1 u	76 7		[5]
	—		—		73 945	2 u	—		73 2		
	—		—		68 933	4 r	69 2	1 u	67 8		[5]
	—		—		65 082	6	65 2	2 u	64 0		[5]
	—		—		59 332	6 u	59 4	1 u	58 4		[5]
	—		—		53 206	4 u	53 3	1 u	52 3		[5]
	—		—		48 900	5 u	49 0	2	48 2		[5]
	—		—		47 204	2 u	—		—		
	—		—		35 856	3	35 85	1	34.9		
	—		—		25 281	1	—		23 8		
	—		—		17 368	4 u	17 5	1 u	16 1		[5]
	—		—		14 411	3 u	14 5	1 u	13 8		[5]
	—		—		11 324	1	—		—		
	—		—		09 107	2U	09 1	1 u	—		
	—		—		07 311	1U	—		—		
	05 53	1 r	—		—		—		—		
	—		—		04 065	1U	—		02 5		
	—		—		2996 457	1	2996 25	1 u	—		[5]
	—		—		96 170	3	—		2994 8		
	—		—		87 340	4 u	87 4	1	86 1		[5]
1 N. I 5 {	2982.01	1	—		—		—		—		
	2981 46	4R	—		81 495	2	—		—		
	80 75	8R	2980 80	30 u	80 790	10	80 8	3 u	79 9	Cd 15	[8]
	—		—		71 265	1 u	71 4	1 u	70 2		[5]
	—		—		64 5	1	—		64 5		
	61 64	4 v	61 4	1 u	61 6	2	—		—		
	—		—		51 875	2 u	52 0	1 u	51 4		[5]
	—		—		48 217	4 u	48 3	1 u	47 1		[5]
	—		—		26 66	1 u	—		—		
	08 85	1 r	—		10 899	4 u	11 0	1 u	09.9		[5]
	03 24	1U	—		—		—		—		
	—		—		2893 820	3	—		—		
1 N II 5 {	2881 34	4R	2881 35	8 r	81 350	2U	2881 0	3 u	80 1		
	80 88	8R	80 89	10 r	80 892	8	—		—		
2 N I 5	68 35	6 r	68 40	2 r	68 397	4 r	68 5	1 u	68 0		

4) Fur diese Linien hat Humphreys die Druckverschiebung gemessen
5) Nach Steinhausen (99) enhanced lines
8) Für diese Linien ist der Zeeman-Effect untersucht

	Kayser u Runge (44) Bogen		Exner u Haschek (106) Bogen		Eder u Valenta (81) Funke		Exner u Haschek (93) Funke		Hartley u Adeney (35) Funke	Bezeichnung n Mascart	
	2862 36	4 v	—		2862 0	2	—		—		
1 N III,5	37 01	8R	2837 05	10	37 041	8U	28 37 2	2 u	2936 1	Cd 16	
	—		—		34 192	2 u	34 25	1	—		
	—		—		33 174	4	—		33 0		
	—		—		—		—		32 3		
	—		—		23 9	1	—		—		
	18 66	2 v	—		18 5	1	—		—		
	—		—		—		-		07 3		
	—		—		05 661	2 u	05 73	1	04 0		5)
	—		—		02 771	2	—		—		
	—		—		02 074	4	—		—		
	—		—		2795 616	2	—		—		
	—		—		80 1	1	—		2779 8		
2 N II, 5	2775 09	6r	2775 20	2r	75 046	4 u	2775 3	1 u	74 5		
	—		—		71 75	1	—		—		
	—		—		67 074	3	67 11	1	66 5		
1 N I, 6 {	64 29	2R	64 2	3r	64 072	4U	—		63 1		8)
	63 99	6R	—		—		—		—		
	56 69	2	—		57 1		—		—		
	48 68	2r	48 75	1	48 68	10	48 85	50	47 7 u	Cd 17	5)
2 N III, 5	33 97	4r	—		34 08	3 u	—		—		
	—		—		27 17	1 u	27 2	1 u	26 9		5)
2 N I, 6	12 65	6r	—		12 72	1 u	—		—		
	—		—		07 14	3	07 13	1	06 0		5)
1 N II, 6	2677 65	8 d	2677 8	2 u	2677 74	4 u	2677 9	1 u	2677 2		
	70 81	2	—		71 0	2	—		—		
	—		—		68 36	2	68 3	1	—		
1 N I, 7	60 45	4r	—		61 00	1 u	—		58 5		
	57 10	2r	—		—		—		—		
	54 65	1U	—		—		—		—		
	—		—		—		—		49 4		
	—		—		—		—		45 4		
1 N III, 6	39 63	6R	39 6	1 u	39 59	u	39 7	1 u	39 7		
	—		—		—		—		39 5		
	—		—		—		—		35 3		
2 N I, 7	32 29	2r	—		33 1	1	—		32 7		
	—		—		—		—		32 3		
	—		—		—		—		30 2		
2 N II, 6	29 15	4r	—		29 5	1	—		29 1		
	—		—		—		—		24 8		
	—		—		18 97	3	18 91	1	18 0		5)
	—		—		—		—		14 0		
	—		—		—		—		11 0		
1 N I, 8	01 99	2U	—		02 0	1	—		00 8		
	—		—		—		—		2598 8		
	—		—		—		—		95 3		
2 N III, 6	2592 14	2r	—		2592 3	1	—		92 0		

5) Nach Steinhausen [99] enhanced lines
8) Fur diese Linien ist der Zeeman-Effect untersucht

	Kayser u Runge (44) Bogen	Exner u Haschek (106) Bogen	Eder u Valenta (81) Funke	Exner u Haschek (93) Funke	Hartley u Adeney (35) Funke	Bezeichnung n Mascart	
	—	—	—	—	2587 8		
	—	—	2586 95 2 u	—	85 0		
2 N I, 8	2582 86 1 u	—	—	—	—		
1 N II, 7	80 33 2U	—	80 5 1	—	—		
	73 12 4	2573 2 1	73 15 10	2573 18 30	72 2 u	Cd 18	5)
	—	—	—	—	63 2		
	—	—	59 41 3 u	—	57 4		
[u I, 9	—	—	58 14 3	—	55 0		
2N II, 7	53 61 4r	—	52 27 4U	52 3 1 u	51 6		
	—	—	46 5 1	—	47 2		
1 N III, 7	2544 84 2 u	—	44 9 1	—	44 5		
1 N II, 8	25 57 1U	—	—	—	—		
2N III, 7	21 74 1U	—	—	—	—		
2 N II, 8	07 93 1U	—	—	—	—		
	—	—	02 33 1 u	—	—		
	—	—	2499 92 2U	2499 96 2	2499 6	Cd 19	5)
	—	—	95 5 1 u	95 75 1	—		
	—	—	88 05 4	88 04 2	88 2		
	—	—	78 67 4	—	—		
2N.III, 8	2474 15 1U	—	—	—	—		
	—	—	69 85 5	69 85 3	69 3	Cd 20	5)
	—	—	45 67 3 u	—	—		
	—	—	33 4 1 u	—	—		
	—	—	26 6 1	26 45 1	—		5)
	—	—	23 9 1	—	—		
	—	—	18 82 3	18 78 2	18 5	Cd 21	5)
	—	—	—	18 33 1	—		
	—	—	2382 16 1	—	2377 3		
	—	—	76 94 2	76 91 1	76 6		
	—	—	74 9 1 u	75 0 1 u	—		
	—	—	55 4 1	—	—		
	—	—	50 5 1	—	—		
	—	—	43 5 1	—	—		
	—	—	33 2 1	—	—		
	2329 35 8R	2329 36 3	29 380 6	29 36 8	29 5		
	21 23 1	—	21 246 7	21 25 10	21 6 u	Cd 22	5)
	12 95 4	13 1 1	12 88 10	12 90 20R	13 6 u	Cd 23	5)
	06 72 4R	06 71 2	06 72 4	06 72 3	07 0		
	2288 10 10R	—	2288 124 8R	2288 09 10R	2288 9		
	67 53 4R	2267 55 2	67 52 3	67 51 2	68 6		
	65 13 4R	65 10 2R	65 042 8R	65 11 10R	65 9 u	Cd 24	5)
	62 36 1	—	—	—	—		
	—	—	48 94 1	48 93 1	49 2		5)
	39 93 6R	40 0 1	39 94 4 u	39 91 3	41 4		
	—		28 1 1	—	27 0		
	—		24 48 2	24 51 2	—		5)
	—		—	09 8 1	06 2		
	—		03 64 2	04 4 1	—		

5) Nach Steinhausen [99] enhanced lines

Kayser u Runge (44) Bogen	Eder u Valenta (84) Funke	Exner u Haschek (93) Funke	Hartley u Adeney (35) Funke	Bezeichnung n Mascart	
2194 67 1	2194 71 5 u	2194 70 4R	2196 4	Cd 25	5)
—	88 1 1 u	87 89 1	—		
—	83 1 1 u	—	—		
70 11 1	68 81 1	68 6 1 u	—		
—	—	55 1 1	—		
44 45 4R	44 44 8R	44 50 4R	46 8 u	Cd 26	
—	23 45 1 u	—	—		
—	16 5 1	—	—		
—	11 72 2	11 69 2	11 5 u	Cd 27	
	00 4 3 u				
	2096 1 3 u				
	64 5 1				
	62 06 5				
	55 4 3				

Eder u Valenta (81) Funke
2025 53 5
19 4 1 u
07 7 2 u
04 3 5
1995 1 3
77 1 2
65 4 1
42 9 2
39 2 4
21 9 3
01 1 1
1873 8 5
56 4 4

Schenk [88] giebt noch eine Reihe weiterer Linien, die von anderen nicht beobachtet worden sind. Es sind folgende mit den Intensitaten in Klammer

3827	(3)	3069 4	(3)	2964 5	(2)
3695	(4)	44 2	(2)	54 6	(1)
3385 3	(5)	41	(1/2)	53 2	(1)
3243 9	(1/2)	32 8	(1/2)	2808 8	(1)
3242 9	(1/2)	30 4	(1)	2599 3	(1/2)
3219 5	(1/2)	27 3	(1)	96 0	(1/2)
3190 5	(1/2)	11 8	(1)	93 0	(1/2)
87 5	(1/2)	03 2	(1)	91 1	(1/2)
54 2	(2)	2970 1	(1)	2325 8	(1/2)
49 0	(1)	68 5	(1/2)	2151 6	(1/2)
45 1	(1)	67 5	(1/2)	48 3	(1/2)
3096 1	(4)	65 2	(1)		

Von besonderer Wichtigkeit ist die Wellenlange der rothen Cd-Linie, da sie das Fundament aller spectroscopischen Messungen bilden soll Sie betragt nach Michelson und Benoît [51] bei 15^0 und 760 mm

6438 4722

Diese Zahl ist aber noch etwas zu corrigiren, weil erstlich damals mit Quecksilberthermometer gemessen wurde und weil zweitens der Feuchtigkeitsgehalt der Luft nicht berucksichtigt war Die Correctur fur den zweiten Umstand kann man nur schatzen Benoît, Fabry und Perot [118] finden den corrigirten Werth

6438 4700

Ihre eigenen Messungen ergaben die von jetzt an geltende Normale

6438 4696

5) Nach Steinhausen [99] enhanced lines

Fur andere Linien haben die Bestimmungen von Michelson [51] und von Benoît [71] ergeben

5085 8240, 4799 9107, 4678 152

Diese Zahlen waren also noch mit $\frac{6438\ 4696}{6437\ 4722}$ zu multipliciren

Wie schon bemerkt, ist die rothe Linie einfach, die anderen haben schwache Begleiter Nach den Messungen von Janicki [108] und v Baeyer [120] liegen sie von der Hauptlinie um folgende Betrage in A ab

	Janicki	v Baeyer
5086	+ 0 076 — 0 026	+ 0 081 —
4800	+ 0 059 — 0 034 — 0 080	+ 0 063 — 0 038 — 0 083
4678	+ 0 030 — 0 056	+ 0 035 — 0 055

2. Bandenspectrum.

Dasselbe ist mehrfach beobachtet, aber noch so gut wie unbekannt Das Spectrum ist zuerst von Jones [59] bei Entladungen durch Cd-Dampf im Geisslerrohr gesehen und zwei Kanten gemessen worden Dann findet es Kalahne [68] unter ahnlichen Bedingungen, Hartley und Ramage [89] in der Knallgasflamme, Arons [85] sieht die Banden im Bogen, der in N oder H brennt, Fowler und Payn [95] im Bogen unter sehr kleinem Druck, endlich Morse [109] spurenweise im Wehneltunterbrecher. Es scheint viel richtiger, das Spectrum dem Metall selbst zuzuschreiben, als es von einer Wasserstoffverbindung abhangig zu machen, wie Fowler und Payn es thun

Es sind von allen zwei Kanten beobachtet, die Banden laufen nach kurzeren Wellenlangen. Nur Hartley giebt auch Messungen der Serienlinien und sagt beim ersten Band, es seien zwei solche Serien vorhanden Noch deutlicher zeigen die Zahlen fur die zweite Bande die Existenz zweier Linienserien

Die Kanten sind

Jones	Kalähne	Hartley u Ramage	Fowler u Payn
4494—4415	4498	4491—4314	4491
4299—3990	4300	4298—hinter 3530	4298

Wahrscheinlich ist das von Lockyer und Roberts [22] bei Absorption durch Cd-Dampfe beobachtete continuirliche Spectrum im Blau nichts anderes, als diese Banden

3. Verbindungsspectra.

Es liegen nur die durftigen Angaben von Jones [59] und von Wiedemann [104] uber die Haloidverbindungen vor, die schon erwahnt sind

CER (Ce = 140.25)

Literatur

[1] G. Kirchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und die Spectra der chemischen Elemente. Abhandl. Berlin Akad. 1861 p. 63—95, 1863 p. 227—240. Funke.

[2] R. Thalén, Om spectralanalys. Upsala univers. årsskr. 1866. Funke, Zeichnung.

[3] R. Thalén, Memoire sur la determination des longueurs d'onde des raies métalliques. Nova acta reg. soc. sc. Upsal. (3) **6** (1868). Funke.

[4] W. Huggins, Note on the spectra of erbia and some other earths. Proc. Roy. Soc. **18** p. 546—553 (1870). Oxyd in Knallgasflamme.

[5] R. Bunsen, Spectralanalytische Untersuchungen. Pogg. Ann. **155** p. 230—252, 366—384 (1875). Funke.

[6] J. N. Lockyer, Researches in spectrum analysis in connection with the spectrum of the sun. Proc. Roy. Soc. **27** p. 279—284 (1878). Ce in Sonne.

[7] B. Brauner, Beitrag zur Chemie der Ceritmetalle. Monatsber. f. Chemie **3** p. 1—60 (1882). Funkenspectrum.

[8] J. N. Lockyer, Researches on the spectra of meteorites. Proc. Roy. Soc. **43** p. 117—156 (1887). In Flammen.

[9] W. N. Hartley, Flame spectra at high temperatures. I. Oxy-hydrogen blowpipe spectra. Proc. Roy. Soc. **54** p. 5—7 (1893), Phil. Trans. **185 A** p. 161—212 (1894). In Knallgasflamme.

[10] O. Lohse, Untersuchung des violetten Theiles einiger linienreichen Metallspectra. Berl. Ber. 1897 p. 179—199. Funkenspectrum.

[11] W. J. Humphreys, On the change of wave-frequencies of the lines of emission spectra. Astrophys. J. **6** p. 169—232 (1897). Druckverschiebung.

[12] F. Exner u. E. Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Metalle. Wien. Ber. **108**, IIa p. 1071—1121 (1899). Funkenspectrum.

[13] O. Lohse, Funkenspectra einiger Metalle. Publ. Astrophys. Observ. Potsdam **12** p. 109—208 (1902). Funkenspectrum.

[14] F. Exner und E. Haschek, Tabellen der Funkenspectra, Wien 1902.

[15] H. Ebert, Die anomale Dispersion und die Sonnenphänomene. Astron. Nachr. **162**, Nr. 3877 p. 193—196 (1903). Anomale Dispersion.

[16] F. Exner u. E. Haschek, Tabellen der Bogenspectra. Wien 1904.

[17] A. Hagenbach und H. Konen, Atlas der Emissionsspectra. Jena 1905.

[18] P. G. Nutting, Line structure. Astrophys. J. **23** p. 64—78 (1906). Structur der Linien.

[19] A. Bakowski, Das Bogenspectrum des Cer. Dissert. Bonn 1907. Zs. f. wiss. Photogr. **6** p. 73—100 (1908). Bogenspectrum.

[20] J. H. Pollock and A. G. G. Leonard, On the separation and quantitative spectra of cerium, lanthanum and yttrium. Proc. Roy. Dublin Soc. **11** p. 257—269 (1908). Hauptlinien.

[21] H. Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldampfen. Dissert. Bonn 1909, Zs. f. wiss. Photogr. **7** p. 89—112 (1909). Anomale Dispersion.

[22] F. L. Cooper, Measurements of wave-lengths of the spark spectra of chromium and calcium, also of the arc spectra of cerium and thorium, together with a study of the possible influence of variations of current, capacity, etc., in the spark circuit. Astrophys. J. **29** p. 329—364 (1909). Bogenspectrum.

Kirchhoff [1] hat zuerst eine Reihe von Funkenlinien des Ce gemessen und einen Vergleich mit dem Sonnenspectrum angestellt Dann giebt Thalén [2] eine Zeichnung, spater [3] auch eine Messung des sichtbaren Funkenspectrums Brauner [7] liefert eine Zeichnung des Spectrums zwischen 563 und 405 — Spater hat Lohse [10] ein Stuck des Spectrums mit Prisma, dann [13] auch mit Gitter gemessen — Exner und Haschek untersuchen das Funkenspectrum zwischen 463 und 218 [12, 14], spater auch zum ersten Mal das Bogenspectrum zwischen 464 und 265 [16], dann giebt Bakowski [19] eine sehr eingehende Messung des Bogenspectrums von 500 bis 257, auch Cooper veroffentlicht Zahlen fur das Bogenspectrum in genau dem Bereich von Exner und Haschek — Hagenbach und Konen [17] veroffentlichen in ihrem Atlas Photographieen des Funken- und Bogenspectrums

Im Knallgas sieht Huggins [4] nur ein continuirliches Spectrum, Lockyer [8] dagegen die Linien 5273 und 5160 Hartley [9] sagt, dass Ce-Oxyd und -Salze, sowie Cerchlorid in der Knallgasflamme besondere Spectra geben, die aber nicht beschrieben werden

Humphreys [11] misst die Druckverschiebung fur einige Linien. Ebert [15] erhalt fur einige Linien anomale Dispersion, Geisler [21] fur viele Nutting [18] bespricht die feinere Structur der Linien alle Linien sind einfach und scharf — Pollock und Leonard [20] photographiren den Funken nach Losungen mit abnehmender Concentration, es bleiben 4527 6 und 4165 7 zuletzt ubrig

Kirchhoff meinte, dass zwei Linien des Ce sich im Sonnenspectrum finden, auch Lockyer [6] giebt zwei Linien an Rowland findet schon Coincidenz von 33 Linien, Bakowski macht darauf aufmerksam, dass viele Hunderte von Linien mit schwachen Fraunhoferschen Linien zusammenfallen, deren Ursprung bis dahin unbekannt war

Exner und Haschek [16] geben an, im Bogenspectrum liege bei 3846 63 die Kante einer nach Roth abschattirten Bande.

1. Linienspectrum.

Das Spectrum des Cers ist eines der linienreichsten, die existiren. Bakowski hat uber 2800 Linien gemessen Ich halte es fur uberflussig, alle diese Linien hier anzufuhren, und lasse ohne Weiteres die mit der Intensitat 1 bis 3 bezeichneten Linien aus der Tabelle von Bakowski fort, bis zu 2900 hin Dadurch fallen von Bakowski etwa die Halfte der Linien fort, von Exner und Haschek nur wenige der schwachsten

Ich berucksichtige nur die Messungen von Bakowski und von Exner und Haschek, nicht diejenigen von Lohse, ebenso berucksichtige ich die Angaben von Cooper [22] nicht, da ich sie aus hier nicht zu erorternden Grunden fur zweifelhaft halte Aus der Braunerschen Zeichnung kann man die Wellenlangen bis auf einige A ablesen Da im langwelligen Gebiet keine

anderen Messungen vorliegen, gebe ich die von mir abgelesenen Wellenlangen, obgleich sie sicher werthlos sind, wie die Tafeln XV und XVI von Hagenbach und Konen und die Bemerkungen im Text pag 31 und 32 zeigen

5635	560	5485	5422	5360	5273	5220	5160	5076
562	5575	72	00	35	62	05	45	70
561	5523	60	5365	30	30	5197	20	45

Bakowski (19) Bogen	
5002 939	3
4992 537	3
84 590	3
44 780	5
43 614	5
15 091	4
00 056	3
4894 113	5
82 627	5
74 144	4
58 903	3
50 387	3
50 093	4
48 065	5
46 765	3
40 976	3
36 877	4
29 978	3
25 935	3
22 723	3
06 090	3
01 085	4
4795 739	3
95 351	3
93 480	3
89 832	4
87 329	3
84 133	3
80 428	3
75 628	3
74 117	6
68 958	5
68 380	3
64 964	3
64 073	5
60 072	4
58 018	6
55 692	5
53 788	3
52 432	3
51 704	3

Bakowski (19) Bogen	
4749 654	3
47 318	6
45 101	5
41 795	5
39 679	5
39 294	4
37 418	6
35 505	3
34 034	3
33 707	5
32 533	3
30 274	5
27 796	3
25 253	6
23 491	4
22 465	4
18 646	4
18 060	5
15 000	5
14 200	6
10 165	4
08 100	5
04 163	4
02 897	4
02 167	4
01 613	4
4696 931	3
95 048	5
92 188	5
90 641	4
90 331	4
89 652	4
89 068	4
87 776	3
86 933	5
85 380	4
84 778	6
81.156	4
80 606	4
80 305	6
79 079	3

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		(14) Funke	
4678 768	4				
71 563	3				
70 886	5				
70 265	4				
69 683	6				
66 879	4				
65 449	4				
63 410	5				
61 795	3				
60 112	4				
59 592	5				
58 523	3				
57 698	4				
57 382	4				
56 159	4				
54 457	6				
50 668	3				
47 552	6				
44 365	6				
43 918	3				
42 425	3				
41 174	4				
36 885	4				
32 466	5	4632 49	1		
30 973	3	—			
28 333	6	28 33	5	4628 32	5
25 075	6	25 08	2	25 06	2
24 530	3	—		—	
23 634	3	—		—	
19 101	3	—		—	
16 234	3	—		—	
15 358	3	15 37	1	—	
13 212	5	—		13 22	1
11 730	5	—		—	
08 932	4	—		—	
08 661	3	—		—	
06 593	6	06 59	3	06 56	2
05 654	4	—		—	
04 394	4	—		—	
01 551	4	—		—	
4599 208	4	—		—	

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		Exner u Haschek (14) Funke	
4597.352	5	—		—	
97 097	3	—		—	
94.124	6	4594 10	4	4594 12	4
93 080	3	—		—	
91.297	5	91 30	1	91 31	1
89 954	3	—		—	
89 541	5	—		—	
89 333	5	—		—	
86 376	3	—		—	
82 972	6	—		—	
82.673	1	82 67	3	82 69	2
79 433	5	79 42	1	79 41	1
78 962	5	78 94	1	78 96	1
76 646	5	—		—	
72 953	5	72 98	1	72 98	1
72.476	6	72 47	5	72 46	5
69 837	5	—		69 90	1
66 025	6	66 02	3	66 02	2
65 424	4	65 43	1	—	
63 528	4	—		—	
62 546	6	62 52	8	62 53	5
61 140	6	61 14	3	61 16	2
60 753	3	60 47	4	60 46	4
60 454	6	—		—	
58 776	6	58 77	1	58 80	1
57 578	4	—		—	
51 466	6	51 49	2	51 49	2
50 468	4	50 49	1	50 48	1
49 059	1	49 03	1	—	
45 128	6	45 12	1	45 14	1
39 894	6	39 90	4	39 90	4
39 252	4	39 22	1	39 23	1
38 051	4	38 05	1	—	
37 068	4	37 05	1	37 06	1
32 669	4	32 66	1	32 67	1
28 634	6	28 64	5	28 63	5
27 509	6	27 51	5	27 52	4
23 244	6	23 25	5	23 25	4
19 774	5	19 75	1	19 76	1
16 036	6	16 02	1	16 03	1
11 819	4	11 81	1	11 83	1
09 340	5	09 35	1	09 30	1
08 256	4	08 26	1	08 25	1
00 512	4	00 52	1	00 52	1
4498 011	6	4498 01	2	4498 02	1
96 401	5	96 40	1	96 38	1
95 559	5	95 55	1	95 55	1
94 397	5	94 41	1	94 37	1
87 063	6	87 07	5	87 04	4
85 662	4	85 69	1	85 70	1
84 990	5	84 99	1	84 99	1

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		Exner u Haschek (14) Funke	
4484 043	6	4484 07	4	4484 04	4
79 536	6	79 52	4	79 51	4
74 866	4	74 90	1	—	
72 867	6	72 87	2	72 90	2
71 376	6	71 41	5	71 40	6
67 694	2	67 71	2	67 71	2
64 858	4	64 86	1	64 87	1
63 570	6	63 59	3	63 56	3
61 297	6	61 31	3	61 30	3
60 343	6	60 40	8	60 38	8
50 889	6	50 92	3	50 92	3
49 480	6	49 49	4	49 50	4
44 861	6	44 88	3	44 90	4
44 554	6	44 52	3	44 53	3
43 918	5	43 91	1	43 94	1
41 058	5	41.05	1	41 07	1
29 412	6	29 43	4	29 42	5
28 605	6	28 60	3	28 60	2
28 093	6	28.10	3	28 07	3
27 245	6	27 25	3	27 24	2
23 548	5	23 60	1	23 83	2
18 612	3	18 92	4	18 97	6
18 086	6	—		—	
17 076	6	17 05	2	—	
13 374	4	13 36	1	13 37	1
12 191	4	12 20	1	12 18	1
10 876	6	10 84	3d	10 93	2
—		—		10 84	2
09 043	3	09 01	1	09 05	1
07 439	5	07 45	1	07 45	1
00 714	4	00 70	1	00 70	1
4399 365	6	4399 39	3	4399 36	3
98 963	6	98 95	1	98 95	2
94 974	4	94 95	1	94 95	1
93 357	5	93 36	1	93 36	1
91 804	6	91 83	4	91 81	5
90 448	5	90 45	1	90 47	1
88 188	5	88 16	2	88 15	2
87 005	6	86 94	6	86 97	2
82 334	6	82 32	4	82 34	5
80 238	4	80 25	1	80 24	1
76 000	6	76 09	3	76 09	4
73 990	6	74 00	3	73 97	2
69 422	4	69 41	1	69 38	1
68 411	4	68 39	1	68 36	1
67 735	4	67 73	1	67 71	1
67 182	4	67 15	1	67 13	2
64 807	6	64 82	4	64 80	4
61 829	5	61.84	1	61 80	1
59 249	4	59 25	1	59 21	1
53 545	3	53 57	1	53 60	2d

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		Exner u Haschek (14) Funke	
—		4352 89	3	4352 88	3
4349 956	6	49 95	4	49 96	4
47 877	3	—		—	
47 777	3	—		—	
46 136	5	46 10	2	46 10	1
39 480	6	39 50	3	39 46	3
37 946	6	37 96	4	37 94	4
36 425	6	36 41	3	36 40	2
32 863	6	32 86	2	32 88	2
31 919	5	31 93	1	31 95	1
30 601	6	30 60	2	30 61	2
24 951	5	24 97	1	24 97	2
20 870	6	20 89	3	20 91	3
17 484	5	17 47	1	17 47	1
11 732	5	11 75	1	11 78	1
10 854	5	10 85	1	10 88	1
09 887	6	09 89	3	09 92	3
06 845	6	06 89	4	06 92	4
05 273	5	05 30	2	05 30	3
04 861	4	04 90	1	04 90	1
04 427	4	04 45	1	04 47	1
02 791	4	—		02 84	1
00 451	6	00 50	4	00 50	4
4299 487	6	4299 52	3	4299 52	2
96 801	6	96 88	8	96 88	8
96 202	5	96 23	2	96 25	2
92 922	5	92 95	1	92 94	1
92 743	5	92 77	1	92 86	1
90 154	6	90 07	4	90 11	6
89 619	5	—		89 64	2
88 813	6	88 80	2	88 84	2
85 526	6	85 52	2	85 55	3
81 316	5	81 29	1	81 30	1
81 143	5	81 17	1	81 19	1
80 303	5	80 30	1	80 33	1
79 017	6	79 01	2	79 03	2
78 423	3	—		78 41	1
75 731	5	75 66	2	75 70	1
73 605	5	73 60	1	73 65	2
70 884	6	70 89	3	70 90	3
70 347	6	70 34	3	70 37	3
69 425	5	69 40	1	69 41	2
64 544	5	64 54	1	64 55	1
63 600	5	63 57	2	63 59	2
59 926	4	59 89	1	59 93	1
57 292	4	57 26	1	57 30	1
56 318	5	56 30	1	56 32	2
55 945	6	55 91	3	55 94	3
53 513	6	53 50	3	53 54	2
48 829	6	48 80	4	48 81	6
46 872	6	46 85	3	46 86	3

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		Exner u Haschek (14) Funke	
4246 107	6	4246 07	5	4246 09	5
—		42 85	3	42 90	3
42 151	6	42 15	1	42 20	1
41 799	5	—		—	
40 050	3	40 04	5	40 09	5
39 820	6	—		—	
36 167	5	—		36 17	1
34 361	5	34 34	2	34 39	2
33 350	4	33 35	1	33 38	1
32 723	4	32 70	1	32 75	1
32 204	6	32 18	2	32 20	1
28 450	6	28 42	1	28 46	1
27,899	3	27 89	3	27 93	4
24 728	5	24 69	1	24 73	1
24 053	6	24 03	1	24 07	1
—		22 77	5	22 80	5r
17 753	6	17 72	3	17 71	3?
14 206	6	14 19	3	14 20	2
13 207	4	13 20	1	13 22	1
09 578	6	09 52	2	09 59	2
03 001	6	03 09	5	03 10	5
01 423	5	01 40	3	01 45	4
4198 838	6	4198 80	10	4198 85	6
98 606	4	—		98 58	1
98 176	5	98 13	2	98 15	2
97 849	4	97 77	3	97 83	1
96 499	6	96 47	3	96 48	4
95 085	5	95 05	2	95 04	3
94 036	6	94 01	2	94 02	3
93 448	5	93 41	3	93 45	4
93 250	6	93 24	4	93 21	4
90 780	5	90 79	2	90 79	2
87 490	6	87 44	3	87 49	3
86 760	6	86 73	10	86 71	10
85 506	6	85 50	3	85 51	3
81 253	6	81 27	2	81 25	3
76 880	5	76 87	2	76 83	3
76 248	4	76 21	1	76 22	1
75 400	4	75 40	1	75 40	1
74 632	4	74 64	1	74 61	1
72 316	5	72 30	1	72 31	1
70 054	6	70 02	5	70 00	5
67 959	5	67 97	2	67 96	3
67 038	6	67 06	3	67 03	5
66 813	5	66 83	1	66 85	1
65 760	6	65 78	4	65 75	10
63 681	6	63 70	2	63 70	4
62 785	5	62 80	1	62 79	2
61 322	5	61 34	2	61 34	2
60 305	4	60 32	2	60 35	2
59 181	6	59 20	3	59 20	4

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		(14) Funke	
4155 783	4	4155 71	2	4155 69	2
54 062	5	—		54 09	1
53 073	6	53 32	2	53 30	1
52 168	6	52 17	4	52 19	9
51 055	6	51 10	3	51 09	3
50 106	1	50 11	10	50 09	10
49 044	5	49 05	2	49 06	3
48 309	4	48 31	1	48 34	2
46 382	6	46 39	3	46 40	4
45 138	6	45 16	4	45 19	7
44 649	5	44 67	3	44 66	3
42 961	4	42 99	2	42 98	2
42 550	6	42 57	3	42 59	5
38 492	5	38 51	2	38 51	2
38 253	5	38 25	2	38 25	2
37 788	6	37 81	4	37 78	9
37 606	3	37 63	2	—	
36 046	3	36 04	1	36 05	2
35 583	6	35 59	3	35 60	3
34 012	6	33 98	8	33 98	10
32 473	4	32 50	1	32 45	1
31 251	6	31 27	3	31 26	4
30 859	6	30 88	3	30 84	4
29 328	4	29 30	2	29 30	2
28 509	4	28 43	2	28 53	3
28 212	4	28 21	2	28 23	2
27 898	5	27 90	2	27 92	2
27 512	6	27 52	4	27 51	4
24 945	6	24 98	3	24 92	4
24 021	6	24 03	4	24 01	5 r
23 648	5	23 68	2	23 65	3
23 390	6	23 40	2	—	
20 974	6	21 00	3	21 00	3
19 993	6	19 99	8 d?	20 00	7
19 164	5	19 16	2	19 15	3
18 294	6	18 30	4	18 30	6
17 740	5	17 73	2	17 75	2
17 424	5	17 44	2	17 45	2
17 180	5	17 14	2	17 14	3
15 537	6	15 51	3	15 52	5
13 890	5	13 89	2	13 89	2
11 553	6	11 56	3	11 54	3
10 994	4	11 02	2	11 02	1
10 547	6	10 54	3	10 52	3
07 588	6	07 59	3	07 60	4
07 047	4	07 05	2	07 03	3
06 298	4	06 30	1	06 33	2
05 149	6	—		05 15	4
04 589	4	04 60	1	04 60	1
02 525	4	02 54	1	02 54	2
01 946	6	01 93	3	01 92	5

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		(14) Funke	
4099 909	3	4099 91	1	4099 89	2
94 114	6	94 14	2	94 11	2
92 869	6	92 89	1	92 89	2
91 091	4	91 15	2	91 13	2
90 620	4	90 66	2	90 65	2
89 126	4	89 11	1 R	—	
89 004	5	89 02	2	89 05	2 R
87 725	3	87 73	1	87 70	2
87 486	6	87 50	2	87 47	2
86 584	4	86 56	2	86 61	2
85 381	6	85 41	3	85 41	3
83 370	6	83 40	3	83 40	5
81 373	6	81 40	4	81 40	4
80 584	5	80 60	2	80 65	3
79 824	5	79 85	2	79 85	2
—		78 70	3	78 72	3
78 469	6	78 48	2	78 45	3
77 614	6	77 61	2	77 60	2
76 378	5	76 41	2	76 41	2
75 934	6	76 05	3	76 01	3
—		75 87	3	75 85	3
73 876	5	73 96	2	73 95	3
73 613	6	73 65	3	73 61	4
73 064	5	73 10	2	73 10	2
72 001	6	71 96	3	71 95	3
71 225	4	71 27	1	72 29	1
70 234	3	70 27	1	70 30	3
68 972	6	69 00	3	69 01	3
68 581	4	68 63	2	68 64	2
67 421	5	67 44	2	67 45	3
66 637	5	66 69	1	66 70	2
65 293	3	65 32	1	65 35	2
63 076	6	63 10	2	63 15	3
62 369	5	62 39	2	62 41	4
60 614	5	60 64	1	60 67	2
58 406	4	58 40	1	58 44	1
57 047	4	57 05	1	57,07	2
55 140	6	55 12	3 R	55 13	3
53 652	6	53 66	3	53 70	4
52 161	5	52 15	2	52 20	3
51 581	5	—		51 60	2
50 982	3	51 00	1	51 00	2
46 495	6	46 49	3	46 51	4 r
45 390	4	45 40	3	45 40	4
42 791	6	42 73	5	42 73	5
42 290	1	42 29	1	42 32	1
40 985	6	40 92	6	40 91	7
40 059	3	40 04	1	40 05	1
38 833	4	—		—	
37 552	5	37 53	1	37 55	1
31 492	5	31 51	4	31 48	4 r

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		Exner u Haschek (14) Funke	
4030 511	2	4030 54	2	4030 50	2
28 580	6	28 57	4	28 55	4r
27 850	4	27 82	1	27 85	3
25 307	5	25 31	2	25 31	2
24 657	6	24 65	4	24 67	5
22 442	5	22 44	2	22 44	2
20 065	5	20 05	1	20 05	2
19 212	5	19 20	1	19 20	2
17 764	3	—		17 73	2
16 035	5	16 02	2	16 02	2
15 053	6	15 07	3	15 05	4
12 618	3	12 57	5	12 58	10
07 746	5	07 74	2	07 85	2
05 796	5	05 80	3	05 80	2
03 934	6	03.93	3	03 95	4r
03 329	4	03 36	1	03 35	1
03 113	4	03 13	1	03 10	1
01 886	5	01 91	2	01 90	2
01 702	5	01 72	2	01 68	2
01 207	5	01 23	1	01 23	1
3999 448	6	3999 42	5	3999 40	6
97 876	4	97 89	1	97 86	2
93 988	6	94 00	3	93 99	4
93 061	5	93 06	2	93 05	2
92 536	6	92 55	3	92 52	3
90 254	4	90 27	2	90 26	1?
89 600	5	89 59	2	89 58	3
84 852	6	84 84	3	84 82	3R
83 453	6	83 45	2	83 44	3
83 060	6	83 07	2	83 06	3
81 047	6	81 08	2	81 05	3r
80 105	4	80 10	1	80 11	1
78 806	6	78 80	3	78 80	3
77 962	5	77 94	1	77 92	2
76 953	3	76 88	1	76 90	1
75 225	6	75 24	1	—	
71 849	6	71 84	2	—	
70 797	5	70 81	1	70 80	1
70 596	4	70 61	1	70 59	1
70 200	4	70 20	1	70 19	2
68 622	4	—		—	
67 662	4	67 70	1	67 70	1
—		67 31	2	67 33	2
67 182	6	67 21	2	67 09	2
64 643	6	64 65	2	64 66	2
64 333	4	64 35	1	64 33	2
63 522	4	63 55	1	63 55	1
61 807	5	—		61 71	2
61 054	2	61 09	3	61 08	3
60 520	6	60 55	1	60 55	1
59 965	4	59 98	2	59 97	1

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		Exner u Haschek (14) Funke	
3959 761	5	3959 76	2	3959 85	1
59 018	5	59 02	2	59 01	2
58 406	6	58 41	2	58 40	2
58 123	5	58 11	1	58 12	2
57 057	4	57 05	2	57 05	1
56 440	6	56 45	3	56 44	3
56 213	4	56 17	1	56 1	1d
56 058	4	56 07	1	—	
55 521	5	55 51	2	55 51	2
54 105	5	54 10	2	54 12	1
53 807	5	53 80	2	53 81	2
52 748	6	52 77	8	52 75	7r
52 263	4	52 35	1	52 28	1
51 774	4	51 76	1	51 80	1
50 576	5	50 57	1	50 62	1
49 549	5	49 52	2	—	
48 119	6	48 09	2	48 14	2
46 864	4	46 83	1	46 85	1
45 073	4	45 02	1	45 04	2
44 028	6	44 06	3	44 05	3r
43 286	4	43 26	1	43 30	1
42 892	6	42 86	3	42 90	5
42 312	6	42 31	5	42 35	4
41 123	6	41 09	2	41 14	2
40 495	1	40 47	3	40 49	3
39 803	6	39 76	1	39 80	1
37 963	6	37 95	1	37 93	1
33 139	6	33 13	1	33 15	1
32 287	2	32 29	2	32 31	2
31 975	5	31 98	2	31 96	2
31 517	5	31 53	2	31 50	2
31 244	5	31 24	3	31 21	2
30 960	6	30 95	1	30 93	1
30 120	4	30 14	1	30 10	1
29 276	4	29 27	1	29 22	1
27 723	5	27 72	1	27 70	1
27 155	4	27 15	1	27 12	1
24 797	5	24 81	2	24 78	2
23 060	6	23 29	3	23 25	3
23 034	4	—		—	
21 883	6	21 91	3	21 90	3
19 955	6	19 95	3	19 94	3
18 420	6	18 42	3	18 40	3
17 793	5	17 78	1	17 75	2
17 416	4	17 40	1	17 36	1
17 063	4	17 05	1	17 01	1
16 301	5	16 30	2	16 27	2
15 669	6	15 68	2	15 66	2
15 108	5	15 10	1	15 09	1
14 336	6	14 15	1	14 27	1
13 302	4	—		—	

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		(14) Funke	
3912 574	5	3912 60	3	3912 60	3
11 457	6	11 46	1	11 45	1
10 855	5	10 85	1	10 82	1
10 082	5	10 09	1	10 08	1
09 467	5	09 45	2	09 47	1
09 196	4	09 17	1	09 20	1
08 549	5	08 55	2	08 65	2
08 250	6	08 25	1	—	
07 436	4	07 45	2	07 45	2
07 074	6	07 10	2	07 10	1
06 608	5	—		—	
04 492	3	04 51	2	04 50	2
04 100	6	04 08	1	04 09	1
03 488	4	03 50	2	03 40	2
03 031	5	—		—	
00 430	4	00 35	1	00 35	1
3899 098	3	3899 11	2	3899 09	1
98 828	3	98 84	1	—	
98 422	6	98 43	3	98 42	2
96 953	6	96 98	3	96 98	3
93 398	5	93 40	1	93 40	1
91 136	5	91 15	2	91 16	1
90 905	5	90 90	1	90 91	1
90 151	6	90 16	4	90 20	3r
89 162	4	89 13	1	89 14	1
88 541	5	88 51	1	—	
86 677	4	—		86 65	1
84 361	4	84 35	1	84 34	1
82 604	6	82 60	2	82 60	3
82 035	4	82 04	1	82 07	2
81 826	5	81 80	1	81 83	2
80 558	4	—		80 55	2
78 515	6	78 49	3	78 53	2
77 130	6	77 10	3	77 15	2
76 280	5	76 25	1	76 27	1
75 190	6	75 16	2	75 21	2
74 830	5	74 82	2	74 89	2
71 544	5	—		71 57	2
71 019	4	71 00	1	71 03	2
68 854	4	68 61	2	68 69	2
68 285	5	68 24	2	68 29	2
66 960	5	66 93	1	66 98	1
66 125	2	—		66 15	1
62 623	5	62 57	2	62 65	2
60 552	4	60 53	1	60 59	1
57 784	5	57 74	2	57 83	2
57 396	4	57 35	1	57 40	2
57 175	5	57 11	2	57 15	2
55 440	6	55 41	3	55 45	2
55 265	6	—		—	
—		—		54 48	3

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		(14) Funke	
—		—		3854 25	3
3853 311	6	3853 30	3	53 32	2
52 264	4	52 25	1	52 31	1
50 290	4	—		50 30	2
49 713	4	49 67	1	49 77	1
48 749	6	48 70	3	48 73	2
48 263	5	—		48 25	1
46 684	5	—		46 65	1
45 642	4	—		45 60	2
43 923	4	43 88	1	43 92	1
43 155	4	—		43 13	2
39 648	4	—		39 64	1
38 698	6	38 69	3	38 71	3
37 370	4	37 33	1	37 33	1
36 278	5	36 22	2	36 25	2
34 718	6	34 66	2	34 70	2
31 245	6	31 22	2	31 21	3
30 727	3	—		30 76	2
30 187	4	30 13	2	30 17	2
28 024	4	—		—	
27 528	3	—		27 52	2
24 066	6	24 05	2	24 02	3
21 868	4	21 86	2	21 90	2
21 424	5	21 40	2	21 43	2
21 047	4	21 00	2	21 00	2
19 194	5	19 15	1	19 17	2
17 631	6	17 56	2	17 57	2
15 968	6	15 92	2	—	
12 363	5	12 35	2	12 38	2
09 388	6	09 34	2	09 36	2
08 293	6	08 25	3	08 25	3r
03 235	6	03 22	3	03 25	3r
01 662	6	01 69	5	01 71	8
00 480	5	00 48	2	00 47	2
3795 379	5	3795 40	2	3795 44	2
94 824	4	94 84	1	94 85	1
92 466	6	92 46	2	92 50	2
88 880	6	88 90	3	88 93	3r
87 710	4	87 66	1	87 68	1d
86 765	4	86 77	4	86 81	3
83 697	5	83 69	2	83 70	2
83 162	4	83 16	1	83 19	1
82 666	6	82 66	3	82 70	3
81 759	6	81 78	3	81 80	3
77 892	5	77 80	1	77 80	1
76 737	5	76 76	2	76 75	2
72 632	6	—		72 80	1
70 899	5	70 93	2	70 93	2
70 067	4	70 08	1	70 11	2
69 180	4	69 19	1	69 20	1
68 917	5	68 90	2	68 92	2

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		(14) Funke	
3766 029	4	3766 02	1	3766 05	1
65 179	5	65 17	2	65 19	2
64 268	6	64 25	3	64 32	3 r
63 117	6	63 12	2	63 14	3
60 843	4	60 85	1	60 88	1
58 008	4	58 00	1	58 01	1
57 366	4	57 38	1	57 86	2
55 865	6	55 89	2	55 86	2
55 568	6	55 59	2	55 57	2
52 492	4	52 52	1	52 51	2
51 587	5	51 62	2	51 60	2
51 149	5	51 18	2	51 18	1
50 220	5	50 25	1	50 27	2
48 213	6	48 19	2	48 23	3
46 529	5	46 51	2	46 54	2
37 891	5	—		37 89	2
37 680	4	—		37 75	1
33 682	5	33 70	1	33 70	1
32 730	4	32 73	2	32 75	1
32 035	4	32 05	1	32 06	1
30 490	4	30 50	1	30 54	1
30 077	4	30 06	1	30 12	1
28 576	6	28 57	3	28 61	3 r
28 163	6	28 20	2	28 17	2
27 120	5	27 11	2	27 14	1
25 829	6	25 82	2	25 85	2
24 799	4	24 79	1	24 83	1
22 905	5	22 90	1	22 95	1
22 441	5	22 45	1	22 47	1
22 271	4	22 26	1	22 30	1
19 925	5	—		19 98	1
18 505	6	18 51	3	18 56	3
18 318	6	18 33	2	18 35	2
16 504	6	16 51	3	16 53	3
15 593	4	15 60	1	15 64	1
14 909	4	14 93	1	14 95	1
10 063	6	10 09	4	10 13	3
09 433	6	—		09 48	3 r
05 129	5	05 15	2	05 17	2
02 928	5	02 95	1	02 97	1
00 056	6	00 06	1	00 07	1
3698 774	5	3698 79	1	3698 84	1
98 501	4	98 50	1	98 53	1
98 265	4	98 26	1	98 28	1
97 801	5	97 80	1	97 84	1
95 045	6	95 05	2	95 07	1
93 573	4	93 59	1	93 59	1
87 940	5	87 95	1	87 96	1
82 223	5	82 24	1	82 25	1
81 509	5	81 54	1	81 55	1
80 227	5	80 20	1	80 27	1

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		(14) Funke	
3679 556	5	3679 55	1	3679 58	2
79 296	4	79 26	1	79 31	1
76 293	5	76 27	1	76 31	1
74 262	4	74 23	1	74 30	1
73 778	4	73 79	2	73 83	1
72 923	5	72 93	2	72 96	2
72 304	4	72 30	1	72 36	1
72 083	4	72 07	1	72 12	1
70 653	4	—		70 70	1
68 490	6	—		—	
68 124	2	68 10	3	68 15	3
61 879	6	61 85	1	61 90	1
60 873	4	60 78	2	60 82	2
60 270	6	60 18	1	60 30	2
60 111	6	60 10	1	60 13	2
59 372	1	59 37	2	59 40	2
56 086	6	55 96	3	56 00	3
55 075	5	55 05	2	55 06	1
53 812	6	53 80	2	53 83	2
53 252	6	53 25	2	53 27	2
52 417	4	52 43	1	52 40	1
52 251	4	52 25	1	52 27	1
51 022	3	51 05	2	51 04	2
48 721	5	—		—	
48 092	5	—		48 13	2
47 898	5	47 91	2	—	
47 108	4	47 10	2	47 13	2
46 804	4	46 79	2	46 80	1
32 444	6	—		32 4	1
32 237	6	32 25	1	32 24	1
31 339	6	31 35	2	31 35	1
30 576	4	30 56	1	30 59	1
28 401	5	28 40	1	28 40	1
24 292	5	24 29	1	—	
23 989	6	23 97	3	23 96	3
22 548	4	22 56	1	22 50	1
22 313	6	22 30	2	22 30	2
21 309	4	21 30	1	21 30	1
18 730	5	—		18 71	1
16 348	5	16 35	1	16 35	1
13 852	6	13 86	2	13 86	2
12 493	4	12 55	1d	12 50	1
11 482	5	11 50	2	11 51	1
11 067	5	11 06	2	11 12	1
09 835	6	09 85	3	09 84	3
07 775	6	07 77	2	07 80	2
04 358	6	04 34	2	04 36	1
00 727	5	00 74	2	00 76	1
00 121	4	00 14	1	00 16	1
3598 337	5	3598 35	2	3598 36	1
96 266	5	96 26	1	96 27	1

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		Exner u Haschek (14) Funke	
3590 741	6	3590 78	2	3590 77	2
88 587	6	88 59	2	88 61	2
87 792	6	87 79	2	87 80	2
84 491	4	84 50	1	84 49	1
80 729	4	80 73	1	80 75	1
78 904	3	78 82	4r	78 88	1
77 609	6	77 59	3	77 61	4r
76 387	5	76 35	2	76 40	1
74 838	5	—		—	
73 872	5	73 85	1	73 86	1
72 909	5	—		—	
69 472	4	69 45	1	69 44	1
66 939	2	—		—	
63.873	5	63 96	1	63 95	1
62 253	4	62 25	1	—	
60 970	6	61 00	4	60 99	4r
55 158	6	—		55 15	2
52 858	3	52 88	2	52 88	1
51 802	5	51 86	2	51 82	1
47 165	4	47 15	2	47 17	1
46 345	5	46 34	2	46 35	1
43 662	4	43 68	1	—	
41 797	5	41 83	1	—	
39 231	3	39 24	3	39 23	2
36 168	4	—		—	
—		—		34 60	1
34 196	6	34 20	3	34 21	2
33 020	4	33 03	1	33 00	1
32 749	4	32 75	1	32 74	1
31 849	6	31 75	1	31 74	1
31 091	5	31 07	1	31 07	1
30 763	4	30 75	1	—	
30 154	5	30 16	2	30 17	1
29 178	4	29 16	1	29 2	1
28 727	4	28 76	1	28 75	1
28 184	4	28 17	1	28 18	1
27 975	6	27 98	1	27 96	1
26 826	6	26 82	2	26 83	1
24 163	6	24 18	1	24 18	1
22 021	6	22 04	2	22 01	2
20 658	6	20 67	2	20 67	1
19 214	5	19 20	2	19 19	1
18 503	4	18 55	1	18 50	1
18 174	6	18 17	1	—	
17 520	4	17 52	3	17 52	2
15 887	5	15 92	1	15 9	1u
13 976	5	—		13 98	1
10 820	4	10 85	1	10 9	1
10 446	4	10 39	1	—	
08.844	5	08 86	1	08 86	1
08 599	5	08 62	1	08 62	1

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		Exner u Haschek (14) Funke	
3508 086	6	3508 11	2	3508 10	1
06 390	5	06 40	1	—	
04 661	3	—		04 75	3
03 213	3	03 20	1	03 20	1
01 942	4	01 97	1	—	
01 589	6	01 61	2	01 64	1
00 813	5	00 84	1	00 89	1
00 131	5	00 16	1	—	
3499 245	6	—		—	
96 444	4	3496 48	1	3496 51	1
96 211	6	—		96 12	1
95 613	4	95 62	1	—	
95 136	4	95 16	1	—	
94 632	4	—		—	
93 859	5	93 86	1	94 0	1
93 236	5	93 25	1	93 3	1
93 085	5	—		—	
90 706	5	—		—	
90 259	6	90 29	1	90 29	1
88 687	6	88 67	1	88 69	1
85 994	4	—		—	
85 875	4	—		—	
85 195	6	85 20	3	85 21	2
84 867	5	84 89	1	84 93	1
82 493	6	82 53	2	82 53	1
82 264	5	82 27	1	82 31	1
81 280	4	81 33	1	81 34	1
81 224	4	81 16	1	81 16	1
80 479	5	80 46	1	80 49	1
79 733	5	79 75	1	—	
76 986	6	76 99	2	77 01	2
75 798	5	75 80	1	—	
74 337	6	74 37	1	74 41	1
72 673	5	—		—	
72 148	4	72 17	1	—	
71 861	4	—		—	
—		—		71 05	5
70 529	4	70 56	1	—	
69 536	4	69 55	1	—	
69 010	4	69 07	1	—	
68 236	5	68 26	1	68 26	1
67 084	4	67 10	1	—	
65 999	4	66 02	1	—	
64 514	5	—		—	
64 308	6	64 32	2	64 32	1
63 899	5	63 90	1	63 91	1
63 350	5	63 36	1	63 41	1
62 341	5	—		—	
61 782	5	—		—	
61 484	4	61 51	1	—	
61 113	5	—		—	

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		Exner u Haschek (14) Funke	
3460 295	4	3460 30	1	—	
59 976	4	60 00	1	—	
—		—		3459 52	4
58 605	5	—		—	
56 914	4	56 92	1	56 92	1
56 166	6	—		—	
54 622	3	54 60	1	—	
54 470	4	—		54 52	4
51 734	4	51 76	1	51 80	1
48 942	5	—		—	
46 872	4	46 85	1	—	
46 416	5	46 35	1	—	
45 739	5	—		—	
43 674	2	—		43 76	3
43 103	4	43 09	1	—	
42 541	6	42 52	2	42 54	1
41 360	6	41 36	2	41 35	1
40 770	6	—		40 73	1
39 983	6	39 96	1	39 95	1
33 709	4	33 80	1	—	
33 233	5	33 25	2	33 22	1
31 633	4	31 65	1	—	
30 435	6	30 45	1	30 44	1
27 445	2	—		27 45	2
26 731	4	26 71	1	—	
26 341	6	26 34	3	26 32	1
25 484	4	25 47	1	—	
25 214	4	—		—	
23 992	4	23 99	1	24 02	1
22 843	6	22 85	3	22 85	2
20 310	5	20 32	1	20 35	1
19 064	4	19 05	1	—	
18 006	5	17 99	1	—	
17 580	6	17 55	2	17 58	1
16 992	5	16 99	1	17 00	1
14 901	6	—		—	
07 928	6	—		—	
06 344	2	06 35	2	—	
06 108	5	06 11	2	06 10	1
05 038	5	05 05	1	05 1	1
03 729	4	03 75	1	—	
3399 074	4	3399 12	1	3399 1	1
97 186	4	—		—	
96 270	4	—		—	
94 264	5	94 29	1	94 20	1R
94 047	5	94 08	1	—	
93 703	5	93 75	1	—	
93 120	5	—		—	
92 122	6	—		—	
90 635	5	90 67	1	—	
87 905	5	87 93	1	—	

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		Exner u Haschek (14) Funke	
3385 168	6	—		—	
83 800	6	3383 85	2	3383 65	1
81 614	5	81 66	1	81 66	1
80 687	5	—		—	
79 317	5	79 33	1	79 33	1
77 229	6	77 28	2	77 31	2
75 912	4	75 95	1	75 90	1
74 309	4	74 32	1	—	
73 864	5	73 92	2	73 87	1
73 596	5	73 65	2	73 60	1
72 885	6	—		—	
71 300	5	71 35	2	71 33	1
68 157	4	—		—	
66 677	6	66 71	2	66 70	1
64 946	4	64 98	1	—	
64 466	5	64 50	1	—	
64 211	4	64 19	1	—	
63 614	4	—		—	
62 123	4	—		—	
61 899	5	61 95	2	61 97	1
60 676	6	60 70	2	60 69	1
59 703	4	59 60	1	—	
57 346	6	57 35	2	57 36	1
56 550	5	56 55	2	—	
55 147	5	55 16	2	—	
54 073	4	54 11	1	—	
53 452	4	53 47	1	53 41	3
53 091	5	53 12	2	—	
52 420	5	52 45	1	—	
49 537	5	—		—	
46 652	5	46 65	1	—	
46 176	4	—		—	
44 877	6	44 91	3	44 91	2
43 989	6	44 00	2	44 00	1
41 994	6	42 04	2	42 01	1
41 014	4	41 05	1	—	
39 646	4	39 66	1	—	
34 576	5	34 60	2	34 58	1
33 790	4	33 82	1	—	
33 156	4	33 20	1	—	
31 924	4	31 95	1	—	
31 365	4	31 39	1	—	
30 607	4	30 64	1	—	
29 134	5	29 15	1	—	
28 000	6	28 07	1d	—	
25 459	5	25 50	1	25 42	1
23 461	4	23 46	1	—	
19 087	5	19 10	1	—	
17 919	6	17 94	1	—	
14 833	6	14 86	2	—	
14 147	5	14 17	1	—	

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		(14) Funke	
3313 425	4	3313 44	1	—	
12 553	5	—		—	
12 330	5	12 35	1	3312 35	1
11 613	4	11 63	1	—	
10 992	4	11 03	1	—	
09 385	4	09 40	1	—	
08 141	6	08 16	2	—	
07 335	5	07 36	1	—	
06 739	5	06 77	1	—	
04 975	6	04 98	2	05 03	1
00 296	6	00 30	1	00 33	1
00 126	4	00 15	1	—	
3297 015	6	3297 04	1	3297 05	1
96 327	5	96 34	1	—	
95 416	6	95 45	2	95 48	1
93 735	4	93 75	1	—	
90 721	4	90 73	1	—	
90 470	4	90 50	1	—	
89 484	6	—		—	
85 351	6	85 35	2	85 39	1
83 822	4	83 84	1	—	
83 502	4	83 50	1	—	
81 888	4	—		—	
80 619	4	80 65	1	—	
79 967	6	79 99	2	80 00	1
79 142	5	79 14	1	—	
76 384	5	76 36	1	—	
74 992	6	75 00	2	75 01	1
74 076	6	—		—	
72 391	6	72 39	3	72 42	2
71 685	4	71 67	1	—	
71 301	4	71 29	1	—	
70 280	3	70 28	1	—	
64 911	6	—		—	
64 012	6	64 04	1	—	
63 581	6	63 55	1	—	
61 094	6	61 12	1	61 2	2
59 919	4	59 97	1	—	
58 998	4	59 02	1	—	
56 817	4	56 81	1	—	
54 138	6	54 18	2	—	
52 613	6	52 65	2	52 63	1
51 398	3	—		—	
49 545	4	49 56	1	—	
49 283	5	49 30	1	—	
47 641	6	—		—	
46 790	6	46 82	2	—	
45 651	4	45 68	1	—	
45 267	5	45 31	1	—	
43 487	6	43 50	3	43 55	1
42 666	6	—		—	

Bakowski (19) Bogen		Exner u Haschek (16) Bogen		(14) Funke	
3236 840	6	3236 87	3	3236 90	1
35 786	5	35 80	1	—	
34 998	5	35 04	2 r	35 10	1
34 272	6	34 31	3	34 35	1
33 545	4	33 56	1	—	
31 328	6	31 39	2	31 43	1
30 694	5	—		—	
29 462	5	29 49	2	—	
29 229	4	29 25	1	—	
27 203	6	27 25	3	27 26	1
25 770	5	25 83	1	—	
24 016	4	24 06	1	—	
23 430	4	23 53	1	—	
22 509	4	22 55	1	—	
21 257	6	21 33	3	21 35	1
19 025	6	19 06	3	19 11	1
18 474	5	18 50	2	—	
16 758	6	16 81	1	—	
11 056	5	11 08	1	—	
06 059	5	06 07	1	—	
03 497	6	—		—	
01 793	6	01 85	3	01 90	1
00 356	6	—		—	
3199 381	5	3199 41	1	—	
95 691	6	—		—	
94 923	6	94 95	3	3194 98	1
90 455	6	90 50	2	—	
89 746	5	89 75	1	—	
88 892	6	88 92	2	—	
86 230	6	86 24	2	86 33	1
84 320	4	84 35	1	—	
83 606	6	83 65	2	83 70	1
80 930	4	81 00	1	—	
79 519	6	—		—	
78 860	4	78 89	1	—	
77 341	4	77 26	1	—	
77 001	5	76 93	1	—	
72 440	4	72 46	1	—	
71 746	6	71 76	2	71 80	1 ?
69 282	6	69 32	2	69 37	1
67 472	4	67 41	1	—	
67 366	4	—		—	
66 730	5	66 74	1	—	
66 376	6	66 40	1	—	
64 275	4	64 30	2	64 37	1
55 869	6	55 89	2	55 88	1
54 633	5	54 62	1	—	
51 234	5	51 27	1	—	
48 778	4	—		—	
48 579	5	48 59	1	—	
—		—		47 15	2

Bakowski (19) Bogen		Exner u. Haschek (16) Bogen		Exner u. Haschek (14) Funke	
3146 519	6	3146 52	2	3146 50	1
45 386	6	45 39	2	45 38	1
44 708	6	44 71	1	44 68	1
—		—		44 06	2
42 416	5	42 40	1	—	
41 258	3	—		41 36	2
37 724	5	37 73	1	—	
36 830	5	36 84	1	—	
35 288	5	—		—	
34 229	5	—		—	
33 445	5	33 46	1	33 47	1
32 705	5	32 73	1	—	
31 375	4	—		—	
30 999	6	30 99	2	31 05	1
30 465	4	30 45	1	30 5	1
27 637	6	27 62	1	—	
23 671	4	—		—	
—		—		21 68	3
18 532	4	—		—	
11 291	6	11 32	1	11 22	1
—		—		10 65	2
10 386	6	10 40	1	—	
09 063	4	09 07	1	—	
07 575	6	07 58	1	07 62	1
04 114	5	—		—	
03 467	6	03 50	2	03 52	1
02 682	4	—		—	
01 681	5	—		—	
3095 616	5	—		—	
92 817	6	—		—	
90 645	4	—		—	
90 480	5	3090 51	1	—	
—		—		3085 19	2
84 565	6	84 57	1	84 56	1
83 769	6	83 79	1	—	
82 418	5	—		—	
81 583	5	—		—	
80 051	4	80 05	1	—	
79 761	4	79 75	1	—	
77 745	4	—		—	
77 458	3	77 47	1	—	
73 013	4	73 03	1	—	
71 740	4	71 74	1	—	
71 236	4	71 25	1	—	
69 771	4	69 78	1	—	
68 797	4	68 78	1	—	
63 110	6	63 12	3	63 14	2
59 204	5	—		—	
57 793	3	—		57 71	2
57 548	3	—		57 32	2
56 881	6	56 87	2	56 66	2

Bakowski (19) Bogen		Exner u. Haschek (16) Bogen		Exner u. Haschek (14) Funke	
—		—		3055 71	4
3055 358	6	3055 35	2	—	
52 090	5	52 08	1	52 15	1
50 955	5	—		—	
47 723	6	—		—	
46 841	4	—		—	
45 490	4	—		—	
38 061	4	—		—	
37 847	5	37 85	1	—	
37 521	5	—		—	
—		—		31 71	3
31 214	4	—		—	
30 432	4	—		—	
25 973	4	—		—	
21 194	5	—		—	
20 766	5	—		—	
17 305	6	17 29	1	17 29	1
08 892	6	08 89	2	—	
08 242	5	—		—	
03 697	5	03 66	1	—	
02 869	5	02 87	1	—	
02 573	5	—		—	
02 258	4	02 25	1	—	
01 063	5	—		—	
00 195	4	—		—	
2997 068	4	—		—	
96 597	6	—		—	
—		2995 77	1	2995 77	1
94 551	6	—		—	
90 983	5	91 01	1	—	
85 969	4	—		—	
84 366	5	—		—	
83 687	5	—		—	
77 587	4	77 57	1	—	
77 013	5	77 03	1	77 02	1
74 700	5	74 70	1	—	
73 376	4	—		—	
70 663	4	—		—	
66 985	5	—		—	
47 777	4	—		—	
10 482	4	—		—	
08 528	3	08 55	1	—	
06 578	3	—		—	
2896 871	3	—		—	
91 495	5	—		—	
82 742	3	—		—	
81 705	5	—		—	
74 253	4	2874 26	1	—	
62 917	3	—		—	
58 147	3	—		—	
55 011	3	54 99	1	—	

Bakowski (19) Bogen	Exner u Haschek (16) Bogen	(14) Funke
2854 803 3	2854 76 1	—
52 219 5	—	—
—	—	2849 45 1
33 405 3	—	—
33 179 4	—	—
17 611 3	—	—
15 070 3	—	—
14 915 3	—	—
02 803 5	—	—
01 190 4	—	—
2798 370 4	—	—
95 613 5	—	—
94 916 4	—	—
91 537 3	—	—
88 232 3	—	—
84 379 3	—	—
—	—	2768 48 1
50 616 3	—	—
50 265 3	—	—
—	—	49 02 1
—	—	43 84 1
—	—	30 16 1
15 368 1	—	—
06 998 2	—	—
2696 137 2	—	—
88 109 1	—	—
72 776 2	—	2673 00 1
72 070 2	—	—
66 551 2	—	—
—	—	62 95 1
53 845 4	—	—
51 115 3	2651 13 1	51 12 1
—		49 49 1
35 261 2		35 3 1
15 494 5		—

Bakowski (19) Bogen	Exner u Haschek (14) Funke
—	2603 72 3
—	2578 40 1
2576 191 3	—
	48 88 1
	32 11 1
	2497 62 1
	83 95 1
	79 57 1
	77 40 1
	70 05 2
	54 46 1
	39 40 1
	31 60 2
	2380 29 2
	77 61 1
	77 25 1
	72 46 1
	67 90 1
	62 70 1
	50 24 2
	37 80 1
	24 48 1
	18 77 2
	17 46 1
	02 20 1
	00 74 1
	2287 91 1
	65 00 1
	42 40 1
	28 13 1
	27 96 2
	25 20 2
	22 14 1
	2180 74 1

2. Bandenspectrum.

Von demselben ist weiter nichts bekannt, als die Angabe von Exner und Haschek [16], bei 3846 63 liege die Kante einer nach Roth abschattirten Bande

CHLOR (Cl = 35 45)[1]

Literatur

[1] W H Miller, Die Linien in den prismatischen Farbenbildern von Licht, welches durch gewisse Gase gegangen ist Pogg Ann **28** p 386—388 (1833) Absorptionsspectrum von Cl und „Euchlorine“

[2] H Daniell and W H Miller, On the effect of light on the spectrum passed through coloured gases Phil Mag (3) **2** p 381—382 (1833) Absorptionsspectrum von Cl und „Euchlorine“

[3] W A Miller, Experiments and observations of some cases of lines in the prismatic spectrum produced bei the passage of light through coloured vapours and gases and from certain coloured flames Rep Brit Ass Not and Abstr p 28—29 (1845) Phil Mag (3) **27** p 81—91 (1845) Absorptionsspectrum von Cl, Cl_2O_7, Cl_2O_4 und Cl_2O_3

[4] D Alter, On certain physical properties of the light of the electric spark, within certain gases, as seen through a prism Americ J (2) **19** p 213—214 (1855) Linienspectrum bei Atmosphärendruck

[5] J Plucker, Beobachtungen uber electrische Entladung Pogg Ann **105** p 527 (1858) Linienspectrum in Vacuumröhren

[6] E Robiquet, Recherches sur les raies du spectre solaire et des différents spectres éléctriques C R **49** p 606—610 (1859) Absorptionsspectrum

[7] J Plücker, Ueber die Constitution der electrischen Spectra der verschiedenen Gase und Dampfe Pogg Ann **107** p 497—539 (1859) Linienspectrum in Vacuumröhren

[8] J Plucker, Nachtrag zu der Arbeit uber die Constitution der electrischen Spectra der verschiedenen Gase und Dämpfe Pogg Ann **107** p 638—643 (1859) Linienspectrum

[9] V S M van der Willigen, Ueber das electrische Spectrum Versl en Mededeel d Akad v Wetensch **7** p 209—232, 266—280, 362—367, **8** p 32—64, 189—224, 308—315, **9** p 300—306 (1858) Pogg Ann **106** p 610—632 (1859), Pogg Ann **107** p 473—478 (1859) Chlorlinien bei Atmosphärendruck

[10] J Tyndall, On the absorption and radiation of heat by gaseous matter II Phil Trans **152**, I p 59—98 (1862) Ultrarothe Absorption von Cl, HCl

[11] J Chautard, Phénomènes observés dans les spectres produits par la lumière des courants d'induction traversant les gas raréfiés C R **59** p 383—384 (1864) Linienspectrum

[12] A Mitscherlich, Ueber die Spectra der Verbindungen und der einfachen Körper Pogg Ann **121** p 459-488 (1864) Verbindungsspectra, Cl in Flamme

[13] A Mitscherlich, Ueber die Anwendung der Verbindungsspectren zur Entdeckung von Chlor, Brom und Jod in geringster Menge Pogg Ann **125** p 629—634 (1865) Verbindungsspectra

[14] J Plücker and J W Hittorf, On the spectra of ignited gases and vapours Phil Trans **155** p 1—30 (1865) Neudruck Leipzig, Barth, 1904 Linienspectrum

[15] R Thalen, Om spectralanalys Upsala Univers årsskr 1866 Funkenspectrum, Zeichnung

[16] J Janssen, Sur la composition des gaz emis par le volcan de Santorin C R **64** p 1303—1304 (1867) Angebliche Chlorlinien in Vulkanflamme

1) Dies Element ist von Prof H Konen bearbeitet

[17] M Morren, Sur les raies d'absorption produits dans la lumière C R **68** p 376 bis 377 (1869) Absorption

[18] A Secchi, Sur la constitution de l'aureole solaire et sur quelques particularités offerts par les gas raréfiés, lorsqu'ils sont rendus incandescent par les courants éléctriques C R **70** p 79—84 (1870) Verschiedenheit der Spectra in verschiedenen Theilen einer Vacuumröhre

[19] A J Ångstrom, Sur les spectres des gaz C R **73** p 369—375 (1871) Chlor aus Glas von Vacuumröhren, Messungen

[20] A Ditte, Sur les spectres des corps appartenants aux familles de l'azote et du chlore C R **73** p 738—742 (1871) Vergleich der Haloidspectra in Gemischen

[21] A J Ångstrom, Ueber die Spectra der einfachen Gase Pogg Ann **144** p 300 bis 307 (1871) Linienspectrum aus Glas von Vacuumrohren, Messungen

[22] D Gernez, Spectres d'absorption du chlore et du chlorure d'iode C R **74** p 660—662 (1872) Absorptionsspectrum

[23] D Gernez, Sur les spectres d'absorption des vapeurs de soufre, d'acide sélénieux et d'acide hypochloreux C R **74** p 803—805 (1872) Absorptionsspectra der Chlorsauren

[24] D Gernez, Sur les raies d'absorption produits dans le spectre par les solutions des acides hypoazotique, hypochlorique et chloreux C R **74** p 465—468 (1872) Absorption der Dampfe

[25] G Salet, Sur les spectres des métalloides Ann chim et phys (4) **28** p 5—71 (1873) Linienspectrum, Flammen

[26] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux Paris, Gauthier-Villars 1874 Linienspectrum, Verbindungsspectra

[27] R Thalén, Sur les spectres de l'yttrium, de l'erbium, du didyme et du lanthane K Svensk Vetensk Akad Handl **12** Nr 4 (1874) J de phys **4** p 33—38 (1875) Rep phys Techn **11** p 241—246 (1875) Linienspectrum

[28] H E Roscoe and T E Thorpe, On the absorption spectra of bromine and iodine monochloride Phil Trans **167** I p 207—212 (1876) Absorptionsspectrum

[29] Czechowicz, Ber Chem Ges **9** p 1598 (1876) Funkenspectrum

[30] G Ciamician, Ueber die Spectren der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen Wien Ber **76**, II p 499—517 (1877) Funkenspectrum, Homologieen

[31] G Ciamician, Ueber den Einfluss des Druckes und der Temperatur auf die Spectren von Gasen und Dampfen Wien Ber **77**, II p 839—841 (1878) Verbreiterungserscheinungen, continuirlicher Grund

[32] C Gänge, Optische Untersuchungen uber die Metalloide und ihre Verbindungen Habilitationsschrift, Jena 1878, 40 pp Absorption von Cl und seinen Verbindungen mit Haloiden

[33] B Hasselberg, Ueber die Spectra der Cometen und ihre Beziehung zu denjenigen gewisser Kohleverbindungen Mém Acad St Pétersb (7) **28** Nr 2 (1880) Linienspectrum aus Glas von Vacuumröhren.

[34] A Schuster, On our knowledge of spectrum analysis Rep Brit Ass 1880 p 269—270 Deutung der Beobachtungen Ciamician's

[35] B Hasselberg, Sur la spectroscopie de l'hydrogène Bull Acad St Petersb **27** p 97—110, p 405—407 (1881) Chlor in Vacuumrohren

[36] B Hasselberg, Bemerkung zu Hrn Wüllner's Aufsatz „Ueber die Spectra des Wasserstoffs und des Acetylens" Wied Ann **15** p 45—49 (1882) Chlor aus Glas von Vacuumröhren

[37] A Wullner, Einige Bemerkungen zu den Mittheilungen der Herren Hasselberg und Goldstein Wied Ann **17** p 587—592 (1882) Chlor in Vacuumrohren

[38] G D Liveing and J Dewar, Notes on the absorption of ultra-violet rays by various substances Proc Roy Soc **35** p 71—74 (1883) Absorptionsspectrum von Cl und Cl_2O_7

[39] E Goldstein, Emissionsspectra erster Ordnung bei den Haloiden Verh phys Ges 1886, p 38—41 (1886) Bandenspectrum

[40] J J Thomson, On the dissociation of some gases by the electric spark Chem News **55** p 252—253 (1887) Proc Roy Soc **42** p 343—345 (1887) Absorption

[41] W H Julius, Recherches bolometriques dans le spectre infra-rouge Arch Néerland **22** p 310—383 (1888) Ultrarothe Absorption von HCl

[42] G Salet, Traite elementaire de spectroscopie Premier Fasc Paris 1888 Linienspectrum

[43] A Garbasso, Quelques experiences sur la decharge électrique dans des gaz Arch sc phys et nat (4) **11** p 282—293, 329—344 (1891) Linienspectrum im Funken nach LiCl und in HCl

[44] K Ångstrom et W Palmaer, Le spectre infra-rouge de l'acide chlorhydrique Ofvers Vet Akad Forhandl p 389—395 (1893) Absorptionsspectrum

[45] Eug Demarçay, Spectres electriques Paris, Masson 1895 Funkenspectrum Chloride

[46] J Evershed, Experiments on the radiation of heated gases Phil Mag (5) **39** p 460—476 (1895) Glühspectrum

[47] A de Gramont, Spectres de dissociation des sels fondus Metalloides chlore, brome, iode Ann chim et phys (7) **10** p 214—234 (1897) Funkenspectrum

[48] E von Aubel, Action du magnétisme sur les spectres des gaz J de phys (3) **7** p 408—409 (1898) Veranderungen des Linienspectrums im Magnetfeld

[49] J M Eder und E Valenta, Das Spectrum des Chlor Wien Denkschr **68** p 1—11 (1899) Beitrage zur Photochemie und Spectralanalyse, Wien 1904 p 358—368 Linienspectrum

[50] H Morris-Airey, Ein Versuch zur Hypothese der electrolytischen Leitung in Geisslerrohren Ann d Phys (4) 1 p 466—467 (1900) Phil Mag (5) **49** p 307—309 (1900) Linienspectrum in Röhren mit HCl

[51] J J Thomson, On Mr Morris-Airey's paper on electrolytic conduction in gases Phil Mag (5) **49** p 409 (1900) Linienspectrum in HCl

[52] E R Laird, The absorption spectrum of chlorine Astrophys J **14** p 85—115, p 151—216 (1901) Absorptionsspectrum

[53] G Berndt, Gasspectra im Magnetfeld Ann d Phys (4) **8** p 625—631 (1902) Zeeman-Effect

[54] P Zonta, Su lo spettro emesso dai tubi di Geissler nel campo magnetico Nuov Cim (5) **7** p 321—333 (1904) Linienspectrum im Magnetfeld

[55] B Kábitz, Ueber die Absorptionsspectra der Chlorsauren Diss Bonn 1904 Absorptionsspectra von ClO_2, ClO, Cl_2O_7, $ClOH$, ClO_3H, Cl_2CrO_2

[56] G D Liveing, On differences between the spectra at anode and kathode in certain gases, and on the probable reasons for these differences Proc Cambr. Phil Soc **12** p 337 bis 348 (1904) Linienspectrum

[57] P G Nutting, On secondary spectra and the conditions under which they may be produced Bull of the bureau of standards Washington **1** p 83—85 (1904) Banden- und Linienspectrum

[58] P G Nutting, On the transition from primary to secondary spectra Astrophys Journ **20** p 131—135 (1904) Bandenspectrum

[59] P G Nutting, The spectra of mixed gases Astrophys Journ **19** p 105—110 (1904) Linienspectrum

[60] P G Nutting, Secondary spectra Astrophys J **19** p 239—245 (1904) Banden- und Linienspectrum

[61] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectren der meisten Elemente Jena 1905 Linienspectrum

[62] W Matthies, Ueber die Glimmentladung in den Halogenen Chlor, Brom und Jod Ann d Phys (4) **18** p 473—494 (1905) Bandenspectrum

[63] E Goldstein, Ueber zweifache Linienspectra chemischer Elemente Verh deutsch physik Ges **9** p 321—332 (1907) Physic Zs **8** p 674—679 (1907) Astrophys J **27** p 25—34 (1908)

[64] E Goldstein, Zur Erzeugung von Linienspectren Ann d Phys (4) **27** p 773—796 (1908) Linienspectrum in Vacuumrohren

Die ersten Untersuchungen uber das Chlorspectrum beziehen sich auf das Absorptionsspectrum, das Miller [1], sowie Daniell und Miller [2] zuerst vergebens am reinen Gase gesucht haben, wahrend Verbindungen characteristische Absorption aufwiesen Spater gluckte es dann Miller [3], continuirliche Absorption wahrzunehmen, die von Robiquet [6] nochmals vergebens auf Linien untersucht, dann von Morren [17], Gernez [22] und, in neuester Zeit, von Laird [52] am Gase selbst, von Gernez [22, 23, 24], Roscoe und Thorpe [28], Gange [32], Tyndall [10], Julius [41], Ångstrom und Palmaer [44] sowie Kabitz [55] an den Verbindungen des Chlors mit H_2O und den Haloiden untersucht worden ist Man vergl Band III, p 322 Die Absorption im Ultraviolett untersuchen Liveing und Dewar [38].

Der erste, der das Linienspectrum des Chlors bei Atmospharendruck gesehen hat, ist wohl Alter [4], doch hat erst Plucker [5, 7] eine Beschreibung und Messung geliefert. Er bediente sich einer Geisslerschen Rohre, konnte aber zunachst das Spectrum nur kurze Zeit erhalten, da das Gas mit den Electroden Verbindungen einging — eine Klage, die von nun ab in zahlreichen Abhandlungen uber das Chlorspectrum wiederkehrt Van der Willigen [9] hat wieder bei einem Druck von einigen cm bis aufwarts zu Atmospharendruck gearbeitet und das Funkenspectrum des Chlors gezeichnet.

Chautard [11] untersucht den Einfluss von Widerstandsanderungen im secundaren Stromkreise auf das Linienspectrum

Mitscherlich [12] bringt Chlor in die Flamme, beobachtet kein Chlorspectrum, dagegen die Spectra von zahlreichen Chlorverbindungen, von denen er die Kupferverbindung sogar zum spectralanalytischen Nachweis von Chlor benutzen will [13]

In ihrer Arbeit uber die mehrfachen Spectra beschreiben Plucker und Hittorf [14] die Herstellung von Vacuumrohren mit Chlor. Sie beobachten weder in den Rohren noch in der Flamme ein Bandenspectrum des Chlors, sondern nur das Linienspectrum, von dem sie eine Zeichnung geben Ein Druck von 6 cm soll der gunstigste sein Thalén [15] giebt eine Zeichnung des Spectrums Janssen [16] giebt an, er habe Chlorlinien im Spectrum der Gase des Vulcans Santorin gesehen, wohl eine Verwechselung

Secchi [18] untersucht das Chlorspectrum in verschiedenen Theilen einer Vacuumrohre und findet verschiedene Spectra, uber die jedoch keine genauen Angaben gemacht werden

Einen Fortschritt bringt die Arbeit von Ångstrom [19], [21], der in stark evacuirten Rohren Chlorlinien findet, die aus dem Glase der Wandungen stammen Das von Wullner beschriebene Sauerstoffspectrum soll mit diesen Chlorlinien identisch sein Die gleiche Beobachtung ist spater von Hasselberg gemacht worden [33, 35, 36], man vergleiche fur den Streit mit Wullner u a Band I p 240, Band II p 225, sowie die Literatur unter „Sauerstoff“ und „Kohlenstoff“ (Acetylen), dem Wullner später diese Linien zuschrieb [37]

Ditte [20] vergleicht die Spectra der Haloide in Gemischen, ohne Bemerkenswerthes zu finden Erst Salet [25] fordert wieder die Kenntniss des Linienspectrums Er erhalt es bei ziemlich hohem Druck in der Funkenbahn und giebt oculare Messungen bei kleiner Dispersion, Zeichnung und Beschreibung In der Flamme erhalt Salet wie seine Vorganger kein Spectrum

Thalén [27] misst gleichfalls das Linienspectrum und giebt Zahlen von etwa der gleichen Genauigkeit wie Salet

Lecoq [26] liefert eine Zeichnung des Spectrums eines Funkens nach HCl-Losung, ferner die Spectra zahlreicher Chloride.

Czechowicz [28] macht werthlose Angaben uber Linienverschiebungen

Ciamician [30, 31] untersucht das Linienspectrum bei verschiedenen Drucken und beschreibt eingehend das Auftreten eines continuirlichen Grundes, die verschiedenen Verbreiterungserscheinungen einzelner Linien und ihre Intensitatsanderungen. Die Ausfuhrungen Ciamician's uber Homologieen in den Spectren der Haloide konnen ubergangen werden Eder und Valenta [49] haben die Zeichnungen Ciamician's angenahert in Wellenlangen zu calibriren gesucht, um die Linien zu identificiren, und sie geben an, dass die Beschreibung der Verbreiterungserscheinungen bei Ciamician dem Aussehen bei Benutzung kleiner Dispersion entspreche — Schuster [34] bemerkt zu der gleichen Beschreibung, dass es sich moglicher Weise um die Uebereinanderlagerung verschiedener Spectra handle

In den Arbeiten Hasselberg's [33, 35, 36] wird neben der bereits erwahnten Entstehung des Chlorspectrums durch Zersetzung des Glases uber die Messung einer Anzahl von Chlorlinien berichtet

Goldstein [39] sieht als erster im positiven Lichte das Bandenspectrum des Chlors, giebt Kongruenz mit dem Absorptionsspectrum an, macht jedoch keine Messungen

J. J Thomson [40] versucht vergebens die Dissociation des Chlors durch Entladungen durch eine Aenderung der Absorption nachzuweisen

In seinem Lehrbuche giebt Salet [42] verbesserte Zahlen auch fur die Wellenlangen des Chlorspectrums — Garbasso [43] beschreibt das Linienspectrum, das auftritt, wenn Funken nach HCl- und LiCl-Losungen schlagen. — Demarçay [45] giebt eine Photographie und Messung des Funkens nach HCl, ferner nach den Losungen zahlreicher Chlorverbindungen

Als erster erhalt Evershed [46] ein Gluhspectrum des erhitzten Chlors in geschlossenen Gefassen, das er als continuirlich beschreibt

A de Gramont [47] lasst Funken nach geschmolzenen Chloriden schlagen und beobachtet, misst und zeichnet das Linienspectrum

Van Aubel [48] findet starke Veranderungen im Chlorspectrum, wenn er seine Entladungsrohren in ein Magnetfeld bringt Doch werden seine Angaben uber das Auftreten neuer Linien weder von Berndt [53] noch von Zonta [54] bestatigt

Die erste moderne Untersuchung des Chlorspectrums machen Eder und Valenta [49] Sie photographiren mit grossem Gitter das Chlorspectrum bei verschiedenen Drucken im Bereich 5600—3200 und geben an Hand prachtvoller Tafeln eine Beschreibung der Verbreiterungserscheinungen, die besonders im Spectrum des Chlors hervortreten Ein Stuck dieser Tafeln findet man in Band II auf Tafel III wiedergegeben

Die beiden nachstfolgenden Arbeiten von Thomson [50] und Morris-Airey beschaftigen sich mit der Frage, ob das HCl-Gas in Vacuumrohren den Strom electrolytisch leite Vergl hierzu Band I §§ 195—202, Band II p 174—175

Berndt [53] macht einige Beobachtungen uber den Zeeman-Effect Es gelingt ihm nicht, Zerlegungen zu messen

Die Versuche von Zonta sind bereits erwahnt worden

Liveing [56] beschreibt die Spectra der Glimmentladung in Chlor. Wahrend am negativen Pol das Linienspectrum erscheint, sieht Liveing an der Anode ein continuirliches Spectrum.

Nutting [57, 58, 59, 60] macht Bemerkungen uber den Einfluss von Beimengungen auf das Chlorlinienspectrum und uber den Uebergang des Bandenspectrums in das Linienspectrum.

Hagenbach und Konen [61] bringen Photographieen des Chlorspectrums einmal in Glasrohren bei hohem Druck, dann auch unter Anwendung von $SnCl_2$ in einer Rohre mit Quarzfenster und bei geringem Druck

Matthies [62] beschreibt bei Gelegenheit der Messung von Potentialgefallen in Halogenen die Herstellung von Chlorrohren Er beobachtet in der positiven Saule das Bandenspectrum

Die Methode von Goldstein [64] knupft an die Beobachtungen von Ångstrom, Hasselberg und de Gramont an. Unter Benutzung von starken Condensatorentladungen werden Salze in Vacuumrohren zersetzt, und man erhält sehr lichtstarke und linienreiche Spectra Bei Benutzung von Rohren mit ausseren Belegen und starken Condensatorentladungen erhalt Goldstein [64] bis 546 abwarts 80 Linien, wenn Capacitaten eingeschaltet werden, wahrend gleichzeitig 24 Linien ausgeloscht werden, die ohne Anwendung einer Flasche sichtbar sind

1. Linienspectrum.

Das Linienspectrum des Chlors kann erhalten werden durch Funken in Chloratmosphare, durch Funken nach Losungen von Chloriden oder Chlorwasserstoffsaure, durch Funken nach geschmolzenen Salzen oder in Vacuumröhren Diese letzteren konnen entweder mit Gas oder mit fein pulverisirten Salzen oder auch mit den Dampfen von Chlorverbindungen gefullt sein. Fullt man mit Chlorgas und benutzt innere Electroden, so bereitet die Reaction zwischen dem Gas und den Metallen der Electroden oder den Kitten und

Fetten, ferner mit dem Quecksilber der Pumpen Schwierigkeiten, die seit Plucker und Hittorf von zahlreichen Beobachtern, u. a. von Liveing [56], Eder und Valenta [48], sowie Hagenbach und Konen [61] beschrieben worden sind. Die Schwierigkeit der Benutzung von Kitten beim Anbringen von Quarzplatten hat wohl bewirkt, dass der ultraviolette Teil des Chlorspectrums noch nicht gemessen worden ist, ferner auch, dass die meisten Beobachter relativ hohe Gasdrucke benutzt haben. Eder und Valenta [49] finden, dass bei 50—100 mm die Helligkeit der Chlorrohren die grosste ist, doch sind dann die Linien schon stark verbreitert. Bei 10 bis 20 mm bedarf es schon langer Expositionen, um das Spectrum noch photographiren zu konnen, und bei 5 mm genugt die Helligkeit nicht mehr zu einer Untersuchung bei hoher Auflosung. Als Electroden bewahren sich Platindrahte am besten, da sie bei vollig trockenem Chlor nur wenig angegriffen werden. Sobald sich die Drahte jedoch erhitzen, beginnt die Reaction, bei der das PtCl sublimirt. Mit Capacitaten konnten daher Eder und Valenta nicht arbeiten. Als Verunreinigung stort bei kleineren Drucken der Stickstoff. Auch Wasserstoff tritt auf. — Hagenbach und Konen [61] empfehlen die Benutzung von Quarzrohren oder da, wo die Zinnlinien nicht stören, die Verwendung von $SnCl_4$. Man erhalt eine Superposition der Spectra von Chlor und Zinn und kann bequem arbeiten, selbst mit angekitteten Quarzfenstern und bei geringeren Drucken. Das Gas zersetzt sich nicht merklich. Auch Phosphortrichlorid ist zu empfehlen. — Matthies [62] beschreibt ein umstandlicheres, aber gut wirkendes Verfahren zur Fullung von Vacuumröhren fur Gleichstrombetrieb mit reinem Chlor mit Hilfe einer Quecksilberpumpe. Platinelectroden wurden bei seinen Versuchen nicht angegriffen. Es fand nur eine schwache Zerstaubung des Metalls und in Begleitung dieser Erscheinung eine Bildung eines Belages von Platinchlorid an den Wanden statt. Freilich waren die benutzten Stromdichten relativ gering. — Goldstein [63] benutzt electrodenlose Rohren, die von den genannten Schwierigkeiten frei sind und bei Verwendung richtig abgestimmter Capacitaten sehr helle Spectra liefern sollen. Ein zweites Verfahren [64] besteht darin, Splitter der Pulver von Chloriden in verengte Stellen von Vacuumrohren zu bringen und die Entladungen unter Einschaltung von Capacitat hindurch gehen zu lassen. Aehnlich wie bei den Spectren der Funken nach geschmolzenen Salzen erhalt man alsdann das Spectrum des Metalloids. Ueber die verschiedenen Spectra, die Goldstein in Geisslerrohren ohne Electroden mit oder ohne Capacitat im Stromkreise erhalt, vergleiche man die Anmerkungen zu den folgenden Tabellen.

Trotz mancher Untersuchungen ist das Spectrum des Chlors noch recht unbekannt. Nicht einmal das Ultraviolett jenseits 3200 ist gemessen. Zeeman-Effect, Druckverschiebung etc. sind noch nicht untersucht. Gesetzmassigkeiten noch unbekannt. In der Sonne sind Chlorlinien nicht nachgewiesen.

Goldstein [69] giebt an, dass er mit und ohne Leidener Flasche zwei ganz verschiedene Linienspectra erhalte. Mit Leidener Flasche soll die Zahl

der Linien zwischen 546 und 400 auf das Doppelte anwachsen. Oberhalb 6000 findet er 34 Linien, bis 546 abwärts mehr als 80. Von den ohne Capacität sichtbaren Chlorlinien sollen 24 durch Capacität ausgelöscht werden. Die hellsten unter diesen seien

753 — 741 — 725 — 614 — 466 — 461 — 453 — 439.

Oberhalb 5672 sind ocular gemessen worden:

Plücker u. Hittorf [1]) (14) Geisslerrohr	Salet (42) Funke	de Gramont (47) Funke
6758 8		675 vier Linien
11 1		
6681 4		667
57 1		
6093 4 [2])	6105	6107
5937 6		
30 5		
5785 4		
14 0		
5681 1		

Ausserdem sind eine Anzahl Linien von einzelnen Beobachtern gesehen worden, die in der folgenden Tabelle nicht mit aufgeführt sind:

Plücker u. Hittorf (14) Geisslerrohr	Thalén (27) Funke	Hasselberg (33) Geisslerrohr
5536		
5529	5528	
5362	5355	
32	32	
	12	
5168	5160	5161
5071		
49		
	5030	
	20	
5009		
05		
4942	4935	4938
33		
4767		
53		
4700	4705	
	4697	
4595	4596	
45		

1) Eder und Valenta [49] haben die Linien von Plücker und Hittorf gesehen, aber nicht gemessen.

2) Hagenbach und Konen [61] geben im Atlas 6094.

Eder u Valenta 1) (49) Geisslerrohr		
5672 2	1/2	3)
35 1	1	3) 4)
25 5	1/2	3)
23 1	1/2	3)
5580 1	1/2	3)
70 4	1/2	3)
5457 70	1/2	4) 9) a
57 28	3	4) 9) a
56 391	2	4) 9) a 10) 11) β
45 12	1	9) b 10) 11) β
44 412	3	4) 9) b 10) 11) β
43 587	5	4) 9) b
23 703	2	4) 9) c
23 441	6	4) 9) c 10) 11) β
5392 300	4	5) 19)
5285 8	1/2	
21 48	4	5) 10) 11) γ
18 07	3	4) 10) 11) γ
5193 6	1/2	3)
89 74	1	3) 5)
76 0	1/2	3)
73 4	1	3)
62 50	1	3)
58 9	1/2	3)
13 3	1	3)
03 18	2	5) 10) 11)
5099 36	1	3) 4) 10) 11) δ
89 6	1/2	3)

Eder u Valenta 1) (49) Geisslerrohr		
5083 58	1	3)
78 361	4	4) 10) 11) δ
4995 7	1	3) 10)
70 3	1	3) 10)
43 1	1/2	3)
27 3	1/2	3)
24 90	1	3) 10) 11) ε
17 870	2	5) 10) 11) ε
04 905	4	4) 10) 11) ε
4896 905	5	10) 11) ε
19 628	9	5) 10) 11) ε
10 194	9	5) 10) 11) ε
4794 665	10	5) 10) 11) ε
85 41	1/2	
81 49	5	6) 10)
79 06	3	6)
71 22	2	
68 80	4	6) 10)
55 9	1	3)
40 505	3	4) 10)
4661 38	1	3) 6)
54 3	1	3)
49 1	1/2	3)
24 23	3	3) 5)
01 19	4	3) 4)
4585 05	1	3)
72 79	5	3) 5) 10) 11) η
70 16	3	3)

Eder u Valenta 1) (49) Geisslerrohr		
4537 0	1/2	3)
26 44	5	3) 4)
19 4	1/2	3)
10 6	1/2	3)
04 50	1/2	3)
4497 45	1/2	3)
91 25	3	3) 5)
90 16	3	3)
75 498	4	3) 6)
69 569	5	3) 6)
46 348	2	6)
46 096	2	6)
38 735	4	6)
17 0	1/2	
03 610	5	6)
02 272	1	
4399 765	1	5)
99 373	2	5)
91 12	1/2	
90 566	3	5)
89 949	8	5)
87 730	5	
80 075	8	5)
73 119	6	5)
71 715	5	
69 676	6	5)
63 475	8	5) 11) Θ
43 822	10	11) Θ

1) Eder und Valenta machen Angaben für die Druckbereiche 10—20 mm, 30—40 mm 70—100 mm Für die beiden ersten Bereiche werden gesonderte Messungen gemacht, für den dritten Bereich ebenso wie für die beiden ersten ausserdem die Verbreitungserscheinungen beschrieben Die Wellenlängenangaben für den Bereich 30—40 mm Druck differiren durchweg etwas von denjenigen für 10—20 mm und zwar sind sie regelmässig grösser, da die meisten Chlorlinien sich mit steigendem Druck nach Roth verbreitern, bei 10—20 mm jedoch scharf sind, so dürften die genannten Wellenlängendifferenzen auf Rechnung der Verbreiterung zu setzen sein Es sind daher in der Tabelle stets die Wellenlängen bei dem Druck 10—20 mm angegeben, wo die Linien scharf sind, nur wo keine Messungen vorliegen, die Wellenlängen bei 30—40 mm Die relativen Intensitäten der Linien sind bei höherem Druck manchmal um eine Einheit anders angegeben, als bei geringerem Drucke. Da dies jedoch wenig ausmacht, so sind jedesmal die Intensitäten angegeben, die zu der betr Wellenlängenmessung gehören

3) Bei 30—40 mm gemessen

4) Mit steigendem Druck nach Roth verbreitert.

5) Mit steigendem Druck nach beiden Seiten verbreitert

6) Bleibt bei hohem Drucke scharf

9) Verschwimmt bei hohen Drucken mit den mit dem gleichen Buchstaben bezeichneten Linien zu einem Bande

10) Von de Gramont im Funken nach geschmolzenen Chloriden beobachtet, besonders bei den Alcalien

11) Die mit gemeinsamem Buchstaben bezeichneten Linien bilden die Gruppen in der Bezeichnung Salet's Diese Linien sind zugleich bei ocularer Beobachtung und kleiner Dispersion für Chlor characteristisch

Eder u Valenta[1] (49) Geisslerrohr		
4336 371	5	[6]
33 125	1	
23 523	6	[6]
09 189	3	[5]
07 593	6	[6]
04 211	4	[6]
4291 861	5	[6]
80 615	3	
76 628	4	[4]
70 725	3	
64 740	3	[6]
61 350	3	[5]
59 628	4	[6]
53 532	9	[4]
41 435	8	[4]
35 608	3	[4]
34 137	5	[4]
26 580	7	[6]
25 139	1	[3]
09 866	5	[6]
08 160	4	[4]
4189 379	1	[3]
58 021	4	[5]
49 631	1	
47 203	4	[4]
33 834	3	
32 680	8	[4] [11] i
30 991	4	[4]
30 304	1	
24 153	1	[3]
04 965	4	
4054 242	2	[3]
40 710	2	[3]
32 330	5	[6]
3991 625	1	[5]
82 060	3	[3]
61 770	2	[3]
55 582	3	[3]
17 721	2	[6]

Eder u Valenta[1] (49) Geisslerrohı		
3916 832	4	[6]
14 055	5	[4]
3884 045	2	[3] [5]
83 454	2	[3] [8]
71 537	4	[3]
68 844	6	[3] [6]
66 103	1	[3] [6]
63 726	2	[3] [5]
61 008	10	[6]
58 83	1/2	[3]
55 738	2	[3] [6]
54 000	4	[3] [5]
54 21	1	[3]
53 63	1	[3]
51 751	1	[4] [9] d
51 531	8	[6] [9] d
51 165	10	[6] [9] d
49 299	2	[3] [6]
48 034	2	[3] [6]
45 825	8	[6] [9] e
45 545	8	[6] [9] e
43 390	5	[6] [9] e
38 482	3	[3] [6]
36 658	2	[3] [6]
3833 502	8	[4]
30 962	2	[2]
29 550	2	
27 802	5	
21 850	1	
20 404	5	
18 577	3	
10 215	2	[5]
09 697	4	
05 384	6	
00 105	1	
3798 991	5	[4]
87 262	1	
81 378	5	[6]
74 324	4	

Eder u Valenta[1] (49) Geisslerrohr		
3773 813	2	
69 187	1	
68 228	3	
67 647	4	
50 102	5	[6]
48 594	2	
43 206	1	
26 688	3	[9] f
25 912	3	[9] f
22 4	1	
20 4	1	
07 4	1	
05 5	1	
3689 1	1	
83 6	1	
82 1	1	
73 9	1	
68 1	1	
63 948	2	[6]
59 913	2	[6]
58 499	3	[6]
50 243	4	[6]
24 3	1/2	
22 7	1/2	
13 9	2	
02 2	2	[5]
3576 211	1	
68 08	3	[5]
22 01	1/2	
09 09	1/2	
3479 82	1	
3353 15	5	[6]
33 71	2	
29 14	5	[5]
16 83	1/2	
15 49	4	[5]
07 90	1	[5]
06 44	3	[5]
3276 79	1	

1) Siehe Anm 1 auf Seite 307
2) Von hier ab bis zum Schluss bei 30—40 mm gemessen
3) Bei 30—40 mm gemessen
4) Mit steigendem Druck nach Roth verbreitert
5) Mit steigendem Druck nach beiden Seiten verbreitert
6) Bleibt bei hohem Drucke scharf
8) Cy?
9) Verschwimmt bei hohen Drucken mit den mit dem gleichen Buchstaben bezeichneten Linien zu einem Bande
11) Die mit gemeinsamem Buchstaben bezeichneten Linien bilden die Gruppen in der Bezeichnung Salet's Diese Linien sind zugleich bei ocularer Beobachtung und kleiner Dispersion fur Chlor characteristisch

2. Bandenspectrum.

Das Bandenspectrum des Chlors tritt in Geisslerrohren auf, wenn bei mittleren Drucken nicht condensirte Entladungen hindurch geschickt werden Man erhalt es neben dem Linienspectrum zugleich in der positiven Saule, besonders gut bei Verwendung von Gleichstrom Die positive Saule ist bei niederen Drucken fahl weiss-grun, bei hoheren grun gefarbt Goldstein [39] hat zuerst das Bandenspectrum gesehen, dann ist es haufig u a von Matthies [62] erwahnt, aber niemals gemessen worden

An dieser Stelle sei auch das Gluhspectrum genannt, das Evershed [46] durch Erhitzen von Chlor in geschlossenen Gefassen erhalten hat und das aus grunlichem Licht besteht Aus mangelnder Zunahme der Absorption bei Dickenzunahme der gluhenden Schicht wird von Evershed geschlossen, dass es sich um ein continuirliches, kein Bandenspectrum handle Man wird aber wohl nach Analogie mit den Beobachtungen an Jod annehmen durfen, dass es sich bei dem Gluhspectrum um ein dem Bandenemissionsspectrum analoges Spectrum handelt

Liveing [56] beschreibt noch ein continuirliches Spectrum des Chlors, das an der Anode auftritt. Vielleicht ist es mit dem Gluh- bezw Bandenspectrum identisch

Fur die zahlreichen Verbindungsspectra, die von den Verbindungen des Chlors mit Metallen in Flammen, Funken und im Bogen geliefert werden, vergleiche man die betreffenden Metalle Gesetzmassigkeiten, die allen Spectren von Chlorverbindungen gemeinsam waren, sind bisher nicht gefunden Auch ist bisher kein Emissionsspectrum einer Metalloidverbindung des Chlors untersucht worden Ich habe Arsentrichlorid, Phosphortrichlorid und Chlorschwefel in Geisslerrohren photographirt, jedoch nur die Linienspectra der Componenten erhalten Auffallig ist dabei die Scharfe der Chlorlinien trotz des hohen Druckes und der Benutzung von Capacitat im Entladungskreis Chlorflammen liefern angeblich kein Spectrum. HCl zersetzt sich in einer Geisslerrohre sofort beim Stromdurchgang [48] Vergl hierzu auch [50, 51]

COBALT (Co = 58 97)

Literatur

[1] G Kirchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und die Spectra der chemischen Elemente Abhandl Berlin Akad 1861 p 63—95, 1863 p 227—240

[2] T R Robinson, On spectra of electric light, as modified by the nature of the electrodes and the media of discharge Phil Trans **152,** II p 939—986 (1862) Funke

[3] W A Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the photographic effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark Phil Trans **152,** II p 861—887 (1862) Funkenspectrum, Ultraviolett

[4] W Huggins, On the spectra of some of the chemical elements Phil Trans **154,** II p 139—160 (1864) Funkenspectrum

[5] R Thalen, Om spectralanalys. Uppsala Univ årsskr 1866 Funkenspectrum

[6] R Thalen, Mémoire sur la determination des longueurs d'onde des raies métalliques Nova acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868) Funkenspectrum

[7] J N Lockyer, Researches in spectrum-analysis in connection with the spectrum of the sun II Phil Trans **163** p 639—658 (1873) Funke, Länge der Linien

[8] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux Paris 1868 Funke nach Lösung

[9] J N Lockyer and W Ch Roberts, On the absorption spectra of metals volatilized by the oxyhydrogen flame Proc Roy Soc **23** p 344—349 (1875) Absorption durch Dampfe

[10] A Gouy, Recherches sur les spectres des metaux a la base des flammes C R **84** p 231—234 (1877) In Bunsenbrenner

[11] G Ciamician, Ueber die Spectren der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen Wien Ber **76,** II p 499—517 (1877) Funke nach Lösung

[12] J Parry and A E Tucker, On the application of the spectroscope to the analysis of iron and steel Engineering **27** p 127—128, 429—430, **28** p 141—142 (1879) Funke nach Lösung.

[13] A Cornu, Sur le spectre normale du soleil Ann école norm super (2) **9** p 31—106 (1880)

[14] J N Lockyer, Researches in spectrum analysis in connexion with the spectrum of the sun V Phil Trans **172,** III p 561—576 (1881) Bogenspectrum 400—390 $\mu\mu$

[15] W N Hartley, Photographs of the spark spectra of twenty-one elementary substances Trans Roy Dublin soc (2) 1 p 231—238 (1883) Funkenspectrum

[16] G D Liveing and J Dewar, Spectroscopic studies on gaseous explosions Proc Roy Soc **36** p 471—478 (1884) Explosionen

[17] J N Lockyer, Researches on the spectra of meteorites Proc Roy Soc **43** p 117—156 (1887) In Flammen

[18] G D Liveing and J Dewar, On the ultra-violet spectra of elements Part III Cobalt and nickel Phil. Trans A **179** p 231—255 (1888) Bogen und Funke

[19] V Schumann, Zur Photographie der brechbarsten Strahlen Photogr Rundschau **41** p 71—80 (1890) Kurze Wellenlangen

[20] Fr Mc Clean, Comparative photographic spectra of the sun and of the metals Monthly Not **52** p 22—23 (1891) Tafeln Funkenspectrum

[21] J. M Eder, Ueber die Verwendbarkeit der Funkenspectren verschiedener Metalle zur Bestimmung der Wellenlänge im Ultraviolett Denkschr Wien Akad **60** p 1—24 (1893), Beiträge zur Photochemie p 44—56

[22] H A Rowland, A new table of standard wave-lengths Astronomy and Astrophys **12** p 321—347 (1893) Bogenlinien

[23] W N Hartley, Flame spectra at high temperatures Part I Oxyhydrogen blow-pipe spectra Proc Roy Soc **54** p 5—7 (1893), Phil Trans A **185** p 161—212 (1894) In Knallgas

[24] V Schumann, On the photography of the highest rays of the spectrum Chem News **71** p 228 (1895) Kurze Wellenlangen

[25] E Demarçay, Spectres électriques, Paris 1895 Funke nach Lösung

[26] B Hasselberg, Untersuchungen uber die Spectra der Elemente im electrischen Flammenbogen III Cobalt und Nickel Kgl Svensk Vet Ak Handl **28** (1896) Bogen

[27] H A Rowland, Preliminary table of solar spectrum wave-lengths Chicago 1896—1898

[28] Fr Exner u E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **105**, IIa p 989—1013 (1896), **106**, IIa p 337—356 (1897)

[29] W J Humphreys, Changes in the wave frequencies of the lines of emission spectra of elements Astrophys J **6** p 169—232 (1897) Druckverschiebung

[30] G A Hemsalech, Sur les spectres des décharges oscillantes J de phys (3) **8** p 652—660 (1899) Selbstinduction

[31] J M Eder u E Valenta, Normalspectren einiger Elemente zur Wellenlängenbestimmung im aussersten Ultraviolett Denkschr Wien Akad **68** p 531—554 (1899), Beiträge zur Photochemie p 377—403

[32] W N Hartley and H Ramage, Banded flame-spectra of metals Trans Roy Dublin Soc (2) **7** p 339—352 (1901) In Flamme

[33] G A Hemsalech, Sur l'influence de self-induction sur les spectres d'étincelle C R **132** p 959—962 (1901) Siehe auch Recherches experimentales sur les spectres d'étincelles Paris bei Hermann 1901 Selbstinduction

[34] W E Adeney, Photographs of spark spectra from the large Rowland spectrometer Trans Roy Dublin soc (2) **7** p 331—338 (1901) Funkenspectrum

[35] O Lohse, Funkenspectra einiger Metalle Publ Observ Potsdam **12** p 109—208 (1902)

[36] Ch de Watteville, Sur les spectres de flammes C R **135** p 1329—1332 (1902)

[37] Fr Exner u E Haschek, Tabellen der Funkenspectra Wien 1902

[38] Fr Exner u E Haschek, Tabellen der Bogenspectra Wien 1904

[39] A Hagenbach u H Konen, Atlas der Emissionsspectren Jena 1905

[40] Lord Blythwood and W A Scoble, Photographs of certain arc spectra from λ 5800 to λ 8500 Astrophys J **24** p 125—127 (1906) Rothes Spectrum

[41] Sir Norman Lockyer, Tables of wave-lengths of enhanced lines Solar Physics Committee 1906 Verstärkte Linien

[42] P G Nutting, Line structure I Astrophys J **23** p 64—78 (1906) Structur

[43] J H Pollock and A G G Leonard, On the quantitative spectra of iron Proc Roy Dublin Soc (2) **11** p 217—228 (1907) Hauptlinien

[44] W J Humphreys, Arc spectra under heavy pressure Astrophys J **26** p 18—35 (1907) Druckverschiebung

[45] H Auerbach, Spectroscopische Untersuchungen uber das Verhalten der Metallsalze in Flammen von verschiedener Temperatur Zs f wiss Photogr **7** p 30—39, 41—66 (1909)

[46] L Stüting, Untersuchungen über den rothen Theil der Bogenspectren von Nickel, Cobalt und Chrom Dissert Bonn 1909, Zs f wiss Photogr **7** p 73—87 (1909) Rothes Bogenspectrum

[47] H Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldämpfen. Zs f wiss. Photogr **7** p 89—112 (1909) Anomale Dispersion

[48] H Finger, Ein Beitrag zur Kenntnis des Einflusses des Mediums auf die Linien in Funkenspectren Dissert Munster 1909, Zs f wiss Photogr **7** (1909) Funken im Wasser

[49] L Janicki, Die Beschaffenheit der Spectrallinien der Elemente I Ann d Phys (4) **29** p 833—868 (1909) Structur der Linien

Kirchhoff [1] hat zuerst Messungen im Funkenspectrum des Co gemacht Nach den ziemlich unbrauchbaren Beiträgen von Robinson [2] und Miller [3], der zuerst in's Ultraviolett gelangt, folgt Huggins [4], dann Thalén [5] erst mit einer Zeichnung, dann [6] auch mit der ersten Messung in Wellenlangen Lockyer [7] vergleicht diese Messung mit den Linien in der Sonne, bestimmt die Lange der Linien

Lecoq [8] giebt Zeichnung und Messung des Linienspectrums, welches im Funken nach Chloridlosung auftritt In derselben Weise untersuchen spater Ciamician [11], Parry und Tucker [12], die aber nur Zeichnungen geben Lecoq theilt noch mit, dass in der Flamme, namentlich wenn gleichzeitig HCl eingefuhrt wird, das Chlorür neben zwei Linien, 5736 und 5675, eine grosse Reihe von Banden gebe, deren starkste und brechbarste bei 4518 liege

Gouy [10] findet, dass der innere Conus der Flamme, wenn das Chlorür eingefuhrt wird, einige Linien starker zeigt Cornu [13] bestimmt einige ultraviolette Linien bei Gelegenheit der Zeichnung des Sonnenspectrums — Lockyer und Roberts [9] geben an, dass Co-Dampfe schwache continuirliche Absorption der brechbaren Strahlen zeigen. Dann misst Lockyer [14] das Bogenspectrum zwischen 400 und 390 $\mu\mu$ Auch Schuster hat einige Linien des sichtbaren Spectrums gemessen, aber die Messungen nicht veroffentlicht; sie finden sich in Watt's Index of spectra

Hartley [15] liefert eine Photographie des Funkenspectrums, ebenso Mc Clean [20], Liveing und Dewar [18] messen sowohl Bogen- als Funkenspectrum im Ultraviolett Schon vorher fanden sie [16], dass Co-Staub in explodirenden Gasen eine grosse Anzahl von Linien hervorruft Schumann [19, 24] giebt an, dass Co im Gebiet der Schumannschen Wellen eine grosse Anzahl von Linien besitze. Rowland [27] bestimmt im Anschluss an die Untersuchung des Sonnenspectrums fur eine Anzahl Bogenlinien die Wellenlangen Eder [21] giebt eine Photographie des Funkenspectrums, spater mit Valenta [31] den ultravioletten Theil des Funken- und Bogenspectrums.

Lockyer [17] untersucht in Leuchtgas- und Sauerstoff-Leuchtgas-Flamme, findet bei Co in letzterer Banden Dann führt Hartley [23] die Knallgasflamme ein, er erhalt von Metall und Oxyd nur zahlreiche Linien Spater aber wird in einer Abhandlung von Hartley und Ramage [32] angegeben, dass auch Banden auftreten, deren Messung nicht gegeben wird

Demarçay [25] photographirt das Spectrum des Funkens nach Chloridlosung und giebt die Messung Hasselberg [26] misst das Bogenspectrum von 5276 bis 3471 Exner und Haschek [28, 37] messen das Funkenspectrum, spater [38] auch das Bogenspectrum Adeney [34] veroffentlicht eine Photographie des Funkenspectrums, Lohse [35] misst ein Stuck desselben Spectrums, Hagenbach und Konen [39] veroffentlichen Photographieen des Bogens, Funkens und des Flammenspectrums, in letzterem tritt continuirlicher Grund im Sichtbaren auf, — vielleicht verbreiterte und zusammengeflossene Banden — Lord Blythwood und Scoble [40] veroffentlichen eine Photo-

graphie des rothen Bogenspectrums zwischen 580 und 850 $\mu\mu$, welche zahlreiche Linien, vielleicht auch Banden zeigt. Stuting [46] misst den rothen Theil des Bogenspectrums.

Von weiteren Untersuchungen uber Co sind noch folgende zu nennen: Humphreys [29, 44] misst die Druckverschiebung einiger Linien, sie scheint für alle Linien gleich gross zu sein und etwa 0.016 A fur 10 Atm zu betragen, Hemsalech [30, 33] untersucht den Einfluss der Selbstinduction auf das Funkenspectrum. Lockyer [41] giebt eine Liste der enhanced lines. Nutting [42] findet, dass die Bogenlinien bei schwachem Strom alle einfach sind, bei starkerem Strom doppelt werden, das wird aber wohl nur Selbstumkehr sein. Auch Janicki [49] untersucht die Linien, findet bei 4629.5 einen Trabanten, 4581.8, 4565.7, 4549.8 erschienen doppelt, vielleicht handelt es sich um Umkehrung.

Pollock und Leonard [43] untersuchen, welche Linien im Funken nach immer starker verdunnten Losungen ubrig bleiben, bei einer Losung von 0.001 % sind noch 2694 und 2519 sichtbar. — Geisler [47] findet anomale Dispersion an den Linien 4629.5, 4121.5, 4118.9, 3989.0, 3995.4. — Auerbach [45] giebt an, Co-Chlorid zeige im Bunsenbrenner und dem Sauerstoff-Leuchtgas-Geblase viele Linien, die er anfuhrt, in dem Luft-Leuchtgas-Geblase keinerlei Emission (?). Finger [48] untersucht Funken im Wasser.

In der folgenden Tabelle beziehen sich die Messungen von Stuting [46] fur den rothen Theil des Bogenspectrums auf die neuen Eisennormalen von Fabry und Buisson. — Bei Hasselberg habe ich die Angaben fur die Intensitat, die im Original von 1 bis 6 gehen, aber auch 1 bis 2, 2 bis 3 u. s. w. lauten, verdoppelt, so dass sie von 2 bis 12 laufen.

Stüting (46) Bogen a)			Stuting (46) Bogen a)		Stuting (46) Bogen a)		Stüting (46) Bogen a)	
7054 002	4u		6758 014	2u	6652 311	2u	6554 890	2u
52 848	8		17 674	5u	49 904	2u	54 382	2u
27 793	4u		07 800	10	35 078	6u	51 450	10
16 602	8		03 901	2u	34 447	10	40 574	1u
04 715	1u		6684 828	5u	23 758	8	35 053	2u
6937 799	1u		84 008	4u	17 320	7R	28 339	1u
6872 389	8		80 316	1u	6595 880	10	27 253	6
14 973	8	1)	78 803	10	95 295	5	16 980	4u
08 975	2u		75 199	1u	91 821	5u	08 770	5u
6784 815	2u		72 931	3u	79 266	5u	04 224	7u
71 066	10	1)	65 224	1u	72 750	5	6499 630	8
67 393	2u		63 644	2u	63 409	10u	98 722	6u

a) Die Wellenlangen von Stuting sind auf die Normalen von Fabry und Buisson bezogen.

1) Rowland (27) giebt fur diese Linien 6815 210, 6771 310.

Stuting (46) Bogen [a]		Huggins (4) Funke	
6496 893	8 u		
93 756	8		
90 318	8		
83 305	1 u		
82 807	6 u		
77 897	8 u		
74 516	8 u		
71 659	8 u		
70 098	6 u		
63 012	4 u		
62 546	8		
55 572	6 u		
54 998	8 u		1)
51 127	7 u		
50 233	10	6453	1) 2)
49 760	8	—	
46 938	1 u	—	
44 730	10	—	
39 092	10	—	
31 075	5 u	—	
30 347	8 u	—	
29 880	8 u	—	
25 109	6 u	—	
21 746	6 u	—	
17 810	10	—	1)
08 376	4 u	—	
07 429	4 u	—	
6396 491	7 u	—	
95 195	8 u	—	
86 648	6 u	—	
74 473	2 u	—	
52 751	4 u	—	
51 380	7 u	—	
47 782	10 v	6349	
41 655	3	—	
40 801	7	—	
37 953	5 u	—	
33 677	3 u	—	
22 919	4 u	—	
20 322	8 u	—	
18 551	4 u	—	
15 695	4 u	—	
14 487	7 v	—	
6313 045	10	—	
11 271	5 r	—	
6296 916	4	6298	
91 858	6 u	—	
83 542	1 u	—	
82 627	10 u	—	1)
78 138	1 u	—	
76 643	8 u	—	
75 155	8 u	—	
73 040	10 u	6275	
71 898	3 u	—	
71 417	7 v	—	
65 889	3	—	
62 812	4 u	—	
61 089	2 u	—	
57 655	10 u	—	
56 986	3 u	—	
53 949	4 u	—	
49 545	10	6247	
47 218	5 u	—	
46 414	5 u	—	
37 170	4 u	—	
32 454	7	—	
31 047	10	—	
23 377	7 u	—	
22 324	3	—	
11 127	8 u	—	
08 628	2 u	—	
05 437	4 u	—	
03 662	3 u	—	
03 301	3 u	—	
6197 786	4 u	—	
93 541	6 u	—	
88 969	10	—	1)
81 014	7 u	—	
75 025	5 u	—	
72 372	1 u	—	
69 550	7 u	—	
69 026	6 u	—	
66 435	6 u	—	
63 733	4	—	
62 175	10 u	—	
59 993	3 u	—	
6158 467	4 u	—	
46 383	4	—	
43 750	4 u	—	
41 727	8 u	—	
32 393	6 u	—	
29 072	7 u	—	
28 258	6 u	—	
22 697	8 u	—	
22 205	8 u	—	
16 979	10	6116	1)
10 752	5	—	
07 952	7 u	—	2)
05 438	7	—	
02 740	10	—	
00 720	6	—	
6098 270	3	—	
93 136	8	—	
86 658	10	6084	
83 267	4 u	—	
82 454	10 u	—	1) 2)
70 608	8 u	—	
63 068	4	—	
58 222	6 u	—	
49 031	10 u	6047	
29 841	2 u	—	
21 806	6 u	—	
19 445	3	—	
16 638	5 u	—	
15 285	4 u	—	
13 576	6 u	—	
11 405	6 u	—	
07 616	8 u	—	
06 248	8 u	—	
04 985	10	6002	2) 3)
02 438	4 u	—	
00 739	8	6000	
5996 840	6	—	
93 490	3 u	—	
91 871	10	5989	2)
90 378	3	—	
89 531	3	—	
84 582	4 u	—	
84 181	8 u	5983	

a) Die Wellenlangen von Stütıng sınd auf die Normalen von Fabry und Buısson bezogen

1) Rowland (27) giebt fur diese Linien 6455 230, 6450 552 und 6450 396, 6417 900, 6282 933, 6189 200, 6082 640

2) Von Lecoq (8) im Funken nach Chloridlosung gesehen

3) Thalén hat 6003 7, Kirchhoff 6002 6 Beide haben noch Linien bei 6143 und 6121

Stuting (46) Bogen a)	Huggins (4) Funke
5983 275 4 u	—
81 952 6 u	—
71 640 3	—
65 618 4 u	—
65 029 6 u	—
51 698 3 u	—
46 502 10 u	—
40 420 4 u	—
35 368 10	—
23 059 4 u	—
22 327 6	—
16 810 4 u	—
15 536 10	5915
05 605 6	

Hemsalech (34) Funke b)	Huggins (4) Funke	
5899 7 0	—	
93 1 0	—	
—	5843	
—	5838	
5747 0 0	—	
10 55 3	—	
5688 45 3	—	
59 0 0	—	
47 5 0	5644	2)
37 6	—	
36 15 1 u	5634	2)
06 95 0	—	
02 7 0	—	
5598 9 0	—	
94 8 0	—	
91 0 1	5590	2)
88 9 0		
59 1 u		
46 1 0		

Hasselberg (26) Bogen	Rowland (27) Bogen-Sonne	
5531 06 7		
25 27 5		2)
24 24 2		
23 56 6		
16 29 3		
5495 94 4		
89 90 6		
88 38 3		
84 22 6		
83 57 8	5483 566	2)
77 37 4	—	
77 13 6	—	
70 73 4	—	
69 55 4	—	
54 79 7	54 783	2)
53 61 2	—	
52 53 3	—	
44 81 7	44 796	2)
37 25 4	—	
31 30 3	—	
27 59 2	—	
27 41 2	—	
27 01 2	—	
25 87 3	—	
08 37 3	—	
07 75 5	—	
02 24 4	—	
00 03 3	—	
5394 02 2	—	
91 01 2	—	
90 71 3	—	
81 99 5	5381 980	
81 31 4	81 514	
77 99 2	—	
74 21 2	—	
70 60 2	—	
69 79 6	69 782	
69 13 3	—	
66 97 3	—	

a) Die Wellenlangen von Stüting sind auf die Normalen von Fabry und Buisson bezogen

b) Hemsalech (34) giebt noch eine Anzahl Funkenlinien, die sonst nicht beobachtet sind, nämlich 5506 9, 5414 0, 5081 1, 4960 3, 4831 35, 4829 3, 4786 75, 4783 55, 4765 8, 4764 0, 4762 45, 4733 65, 4726 9, 4715 9, 4709 2, 4704 2, 4648 9, 4635 0, 4619 4, 4618 4, 4613 3, 4605 1, 4600 55, 4596 2, 4592 7, 4589 55, 4586 2, 4577 6, 4561 3, 4554 1, 4489 05, 4459 05, 4457 7, 4455 95, 4452 45, 4435 95, 4435 2, 4425 8, 4401 7, 4318 8, 4302 65, 4290 5, 4289 5, 4283 2, 4177 4, 4034 65, 4033 3, 4030 95, 3966 05, 3961 6, 3872 55, 3807 3, 3775 8, 3769 6, 3736 25, 3737 0, 3610 7 3566 45, 3531 4

2) Von Lecoq (8) im Funken nach Chloridlösung gesehen

Hasselberg (26) Bogen	Rowland (27) Bogen-Sonne	
5362 97 6	5362 944	2)
59 41 5	59 389	
59 16 3	—	
53 69 6	53 702	
52 22 5	52 234	2)
49 29 4	—	
47 68 4	—	
44 79 3	—	
43 58 6	43 570	
42 86 8	42 890	2)
41 53 5	—	
—	40 375	
39 71 4	39 609	
37 56 2	—	
36 36 3	—	
35 04 4d	35 050	
33 85 4	33 832	
32 85 4	32 849	
31 65 5	31 641	
26 49 3	—	
26 15 4	—	
25 44 5	25 460	
21 95 3	—	
16 96 5	16 906	
—	13 587	
12 84 5	—	
10 47 3	—	
01 24 5	01 218	
5292 45 2	—	
88 02 3	—	
87.78 3	—	
83 68 3	5283 613	
80 85 6	80 799	2)
76 38 5	76 344	
68 72 5	68 784	
66 71 6	—	2)
66 51 6	—	
66 00 3	—	
—	65 591	
57 81 5	—	
54 83 4	—	2)
50 21 4	—	
48 12 5	48 091	
37 32 2	—	
35 37 5	35 353	2)
30 38 5	30 382	

Hasselberg (26) Bogen	Rowland ((27 Bogen-Sonne	
5222 71 3	—	
19 28 2	—	
18 42 4	—	
12 87 5	—	2)
11 08 2	—	
10 28 3	—	
—	5177 577	
5176 27 5	76 191	2)
72 49 4u	—	
66 30 4	—	
65 32 4	—	
59 03 4u	—	
58 61 4u	—	
56 53 5	—	2)
55 04 3	—	
54 26 5	54 244	2)
53 43 3	—	
50 03 4	—	
49 32 3	—	
46 96 6	46 945	2)
45 73 4u	—	
42 65 3	—	
33 65 6	—	2)
26 37 5	26 371	2)
25 88 5	—	
24 99 3	—	
23 01 5	22 968	2)
13 41 5	—	
09 08 5	—	
08 55 2	—	
05 73 4	—	
00 30 3	--	
5095 18 5	—	
88 08 3	—	
77 64 3	—	
—	5067 954	
—	59 964	
—	44 394	
35 16 2	—	
34 24 3	—	
33 55 2	—	
22 37 3	—	
—	09 829	
07 49 3	—	
4993 27 3	—	
88 15 5	—	

Hasselberg (26) Bogen	Rowland (27) Bogen-Sonne	
4986 69 3	—	
80 15 5	—	
74 75 3	—	
72 16 5	—	
71 22 3	—	
68 09 3u	—	
67 72 2	—	
66 77 5	—	
59 89 2	—	
53 37 4	—	
48 77 3	—	
42 56 2	—	
41 53 2	—	
36 61 3	—	
35 40 2	—	
33 08 3	—	
28 48 6	—	
25 20 3	—	
20 47 4	—	
12 62 3	—	
08 68 3	—	
07 78 2	—	
07 30 2	—	
04 37 5	—	
4899 72 6	—	
97 36 4	—	
—	4891 332	
87 19 4	—	
82 90 6	—	
80 43 2	—	
78 53 3	—	
69 59 4	—	
68 05 10	68 056	2) 3)
63 64 3	—	
62 29 3	—	3)
55 86 2	—	
55 40 3	—	
43 61 5	—	
40 42 9	40 449	2) 3)
18 13 3	—	
16 11 4	—	
14 16 6	—	
13 67 9	13 661	2) 3)
—	04 706?	
4798 01 3	—	
97 93 3	—	

2) Von Lecoq (8) im Funken nach Chloridlosung gesehen
3) Von Demarçay (25) im Funken nach der Losung von Chlorid gemessen.

Hasselberg (26) Bogen	Rowland (27) Bogen-Sonne	
4796 46 4	—	
96 00 5	—	
93 03 8	4793 045	2) 3)
85 26 5	—	
82 76 3	—	
81 62 6	—	
80 14 8	80 169	2) 3)
78 42 5	—	
76 49 7	76 546	2) 3)
71 27 7	71 279	2) 3)
68 26 6	68 276	3)
67 33 5	—	
56 93 4	—	3)
54 59 6	54 549	3)
49 89 9	49 849	2) 3)
46 31 4	—	3)
42 76 2	—	
42 40 2	—	
38 34 2	—	
37 95 5	—	3)
35 04 5	—	3)
32 25 3	—	
28 14 6	—	3)
27 95 3	—	
25 44 2	—	
21 61 3	—	
18 67 5	—	2)
04 57 3	—	2)
4699 35 4	—	

Hasselberg (26) Bogen	Rowland (27) Bogen-Sonne	Exner u Haschek (37) Bogen	(38) Funke	
4698 60 6	4698 579	4698 56 2		3)
97 19 3	—	—		
93 37 7	93 373	93 36 3		3)
88 68 3	—	—		
86 05 3	—	—		
82 53 8	82 529	82 53 4	4682 57 3	2) 3)
80 62 3	—	—	—	
77 73 3	—	—	—	
77 46 3	—	—	—	
76 91 3	—	—	—	
68 04 3	—	—	—	
63 58 8	63 587	63.59 4	63 62 4	2) 3)
57 56 5	—	—	—	3)
55 01 4	—	—	—	3)
53 93 3	—	—	—	
52 01 3	—	—	—	
51 28 3	—	—	—	
45 34 3	—	—	—	
44 48 5	—	44 53 1	—	3)
43 92 4	—	—	—	
40 99 3	—	—	—	
29 47 9	29 521	29.52 5	29 54 5	2) 3)
29 05 4	—	29 05 1	—	
25 88 6	—	25 92 2	25 92 1	3)
24 70 3	—	—	—	
23 15 5	—	23 20 2	23 23 1	3)
22 83 3	—	—	—	
20 96 3	—	—	—	
—	—	—	16 44 1	
14 18 4	—	14 18 1	—	3)
12 57 2u	—	—	—	
09 08 3	—	—	—	
07 46 4	—	—	—	
01 31 4	—	—	—	
4597 02 8	4597 080	4597 09 2	4597 09 2	2) 3)
94 75 8	94 820	94 82 2	94 81 2	3)
88 86 4	—	88 90 1	—	
87 08 3	—	—	—	
81 76 10	81 693	81 80 8	81 82 10	2) 3)
80 32 5	—	80 34 2	80 35 1	
75 12 3	—	—	—	
—	—	—	74 45 1	
73 75 2	—	—	—	
70 18 6	—	70 21 1	70 20 1	3)

2) Von Lecoq (8) im Funken nach Chloridlösung gemessen.

3) Von Demarçay (25) im Funken nach der Lösung von Chlorid gemessen

Hasselberg (26) Bogen	Rowland (27) Bogen-Sonne	Exner und Haschek (37) Bogen	Exner und Haschek (38) Funke	
—	—	—	4569 48 2	5)
4566 77 5	—	4566 80 1	66 81 1	
65 74 9	4565 842	65 79 5	65 83 8	2) 3)
64 98 3	—	65 06 1	65 02 1	
64 35 4	—	64 35 1	64 4 1	
64 13 3	—	64 14 1	64 2 1	
62 11 3	—	62 17 1	62 13 1	
—	—	—	59 49 1	
53 51 3	—	—	53 57 1	3)
—	—	52 65 1	—	
49 80 8	49 808	49 83 4	49 85 5	2) 3)
47 06 3	—	—	—	
46 14 6	—	46 15 1	46 14 1	3)
45 42 4	—	45 40 1	45 41 1	
43 99 7	43 990	43 98 3	44 00 4	3)
40 96 3	—	—	40 95 1	
—	—	—	38 13 1	
34 18 8	34 139	34 16 3	34 19 4	3)
—	—	—	33 40 2	
31 14 10	31 123	31 12 10	31 20 20 r	2) 3)
28 12 5	—	28 08 1	28 1 1	3)
26 94 3	—	26 95 1	26 95 1	
25.97 3	—	—	—	
24 88 3	—	—	—	
19 42 4 u	—	19 45 1	—	
17 28 7	17 321	17 26 2	17 26 3	3)
—	—	—	16 80 2	
14 33 5	14 358	14 35 1	14 30 1	3)
00 71 2	—	—	00 72 1	
4499 45 2	—	—	—	
—	—	—	4497 56 1	
94 92 5	—	4494 94 1	94 91 1	3)
92 23 3	—	—	—	

Hasselberg (26) Bogen	Rowland (27) Bogen-Sonne	Exner und Haschek (37) Bogen	Exner und Haschek (38) Funke	
4379 37 3	—	4379 45 1	4379 45 1	
75 70 4	—	75 75 1	75 72 2	
75 09 5	—	75 11 1	75 13 2	3)
74 66 3	—	74 67 1	—	
73 77 6	—	73 81 2	73 79 2	2) 3)
71 27 6	—	71 31 2	71 30 2	3)
—	—	—	67 53 3	
66 37 3	—	66 42 1	66 31 2	3)
62 11 2	—	—	—	
61 20 2	—	61 02 1	61 05 1	
60 98 3	—	—	—	3)
59 60 3	—	—	59 67 1	
57 33 2	—	—	—	
57 05 4	—	57 06 1	57 07 1	3)
53 96 3	—	53 97 1	54 1 2	3) 5)
40 39 2	—	—	—	
39 76 6	—	39 81 2	39 80 3	3)
31 38 5	—	31 43 2	31 45 2	3)
20 53 3 u	—	20.57 1	20 57 1	3)
10 24 2	—	10 23 1	—	
09 54 4	—	09 61 1	09 57 1	3)
07 57 4	—	07 58 1	07 59 1	3)
03 36 5	—	03 41 1	03 36 1	3)
—	—	01 20 1	01 1 1	3)
4298 14 3 u	—	—	4298 13 1	
92 41 4 u	—	4292 42 1	92 40 1	3)
—	—	87 55 1	87 50 1	3)
85.93 5	4285 966	85 95 2	85 94 1	3)
—	—	—	83 84 1	
—	—	—	80 82 1	
76 25 4	—	76 27 1	76 21 2	3)
—	—	—	72 42 1	
70 58 3	—	70 60 1	69 59 1	

90 46	3	—	—		—		
86 89	4	—	86 90	1	86 93	1	
84 65	4	—	84 69	1	—		
84 07	5	4484 078	84 11	2	84 11	1	3)
83 70	5 u	—	83 76	1	83 7	1	
—		—	—		82 87	1	
78 45	6	78 486	78 50	2	78 49	1	3)
77 36	3 u	—	—		—		
71 96	4	—	72 00	1	71 98	1	
71 70	6	—	71 76	2	71 73	2	3)
69 72	8	69 731	69 75	5	69 77	5	2) 3)
67 04	7	67.102	67 09	3	67.10	3	3)
—		—	58 82	1	—		3)
—		—	51 77	1	—		
45 88	5	—	45 90	1	45 93	1	3)
45 21	4	—	45 24	1	45 25	1	
42 13	2	—	—		—		
38 05	2	—	—		—		
36 37	3	—	—		—		3)
31 78	4	—	31 79	1	31 77	1	3)
21 48	5	—	21 54	2	21 54	2	3)
17 55	6	17 577	17 55	2	17 57	2	3)
16 63	3	—	—		—		
—		—	—		14 09	4	4)
—		—	05 08	2	05 10	1	3)
02 85	4	—	02 86	2	02 83	2	3)
4395 99	4	—	4396 06	1	4396 07	2	3)
92 02	5	4392 034	92 10	2	92 09	2	
91 70	6	91.824	91 78	2	91 76	2	3)
88 02	4	88 057	88 06	1	88 06	1	3)
80 25	6 u	80 325	80 27	2	80 25	2	3)

68 59	4	—	68 63	1	68 63	1	3)
68 18	3	—	68 20	1	—		
63 92	3	—	63 91	1	63 90	1	3)
60 05	3	—	—		—		3)
—		—	—		57 8	1 u	
52 47	6	52 468	52 46	3	52 46	2	3)
48 37	3	—	48 35	1	48 36	1	3)
45 76	3 u	—	45 75	1	45 72	1	3)
—		—	—		44 42	2	5)
42 06	4	—	42 07	1	42 12	1	3)
—		—	41 69	1	—		
38 63	3	—	—		—		
—		—	—		38 20	1	
37 54	3	—	37 50	1	—		3)
34 18	5	34 171	34 17	2 d?	34 20	1	3)
30 15	2	—	—		—		
25 28	3	—	25 30	1	25 32	1	3)
—		—	20 55	1 u	20 50	1	3)
15 03	2	—	15 03	1	15 05	1	3)
10 26	2	—	10 27	1	—		
—		—	—		08 75	1	
07 77	3	—	07 78	1	07 75	1	3)
4198 58	3	—	4198 56	1	—		3)
98 01	2	—	—		—		
—		—	97 00	1	—		
93 02	2	—	—		—		
90 87	6	4190 874	90 88	5	4190 90	3	3)
—		—	—		90 01	4	
87 44	4	—	87 46	2	87 45	2	3)
—		—	81 0	1 u	—		
—		79 408	79 44	1	79 41	2	3)

2) Von Lecoq (8) im Funken nach Chloridlosung gemessen

3) Von Demarçay (25) im Funken nach der Lösung von Chlorid gemessen, ausserdem findet er Linien 4290 6, 4200 2, 4177 6, 4171 0, 4167 8, 4130 4, 4072 1, 4033 0, 4030 7, 3897 5, 3887 2, 3862 5, 3797 6, 3734 0, 3677 8, 3619 4, 3608 4, 3530 4, 3526 3

4) Von Hartley (23) in der Knallgasflamme gemessen

5) Von Lockyer (41) als enhanced lines angeführt

Hasselberg (26) Bogen		Rowland (27) Bogen-Sonne	Exner und Haschek (37) Bogen		Exner und Haschek (38) Funke		
4171 02	4	—	4171 12	1	4171 10	1	[3]
62 33	5	—	62 38	1	62 37	3	[3]
—		—	62 30	1	—		
—		—	—		60 86	8	[3] [5]
58 58	5	4158 700	58 59	2	58 60	2	[3]
—		53 776	—		—		
50 59	4	50 608	50 62	2	50 64	1	[3]
—		—	46 9	1 u	—		[3]
—		—	—		45 31	3	[3] [5]
—		—	40 55	1 u	—		[3]
39 58	4	—	39 60	1	39 60	2	[3]
—		—	32 30	3	—		[3]
—		—	32 00	1	—		
—		—	28 20	1	—		
—		—	—		25 55	1	
—		—	—		23 35	1	
—		—	—		23 02	1	
22 42	4	—	22 43	2	22 43	1	
21 47	9	21 477	21 52	20 R	21 51	20	[2] [3] [4]
18 92	9	18 934	18 96	10	18 94	20	[3]
—		—	—		18 44	1	
—		—	—		17 32	1	
—		—	15 30	1	14 93	1	
—		—	—		14 77	1	
10 69	8	10 691	10 70	10	10 70	10	[3]
10 21	4	—	10,23	1	10 24	1	
09 83	2	—	09 84	1	09 90	1	
—		—	08 63	1	08 55	1	
—		—	08 49	1	—		
—		—	—		06 56	1	
04 89	4	04 909	04 91	2	04 91	2	[3]
04 57	4	04 623	04 57	2	04 56	1	
—		—	4099 97	1	—		
4057 10	4	—	4057 10	2	4057 10	2	
—		—	55 71	2	—		
—		—	54 79	1	—		
54 08	4	—	54 08	2	54 05	1	[3]
53 08	5	4053 091	53 10	3	53 09	3	[3]
49 43	3	—	49 43	1	49 47	1	[3]
—		—	—		48 37	1	
45 53	8	45 538	45 56	8	45 54	5	[3]
—		—	44 03	1	44 0	1	
40 96	4	40 937	40 95	1	40 97	1	[3]
40 76	3	—	40 57	1	—		
—		—	—		40 2	1	
—		—	—		39 14	1	[3]
—		—	37 33	1	37 36	1	[3]
35 73	7	35 752	35 74	8	35 69	3	[3]
27 21	6	27 189	27 18	4	27 16	3	[3]
—		—	26 58	1	—		
—		25 972	—		—		[3]
—		—	25 60	1	25 60	1	
23 54	3	23 533	23 55	3	23 55	3	[3] [5]
21 05	7	21 057	21 07	8	21 06	5	[3]
19 47	4	19 450	19 45	2	19 43	2	[3]
—		—	—		18 24	1	
—		16 955	16 95	1	16 9	2 u	[3]
—		—	—		16 17	1	
—		—	15 35	1	15 35	1	[3]
14 12	4	14 117	14 09	4	14 09	4	[3] [5]
—		—	12 32	1	12 30	1	[3]
—		—	11,25	1	—		
11 08	2	—	11 10	1	11 12	1	[3]
—		08 075	08 07	1	08 05	1	[3]
—		—	07 40	1	07 40	1	[3]
—		—	03 85	1	03 75	2	[3]

—		4098 746?	—		—			
4097.37	4	—	4097 36	1	—		3)
—		—	—		4096 70	1		
96 08	4	—	96 11	2	96 11	1	3)
93 20	4	93 185	93 22	1	—			
92 98	4	93 041	93 03	1	93 02	1		
92 55	8	92 547	92 56	8	92.58	10	2) 3)
—		—	88 45	1	88 45	1		
—		—	87 07	1	—			
86 47	7	86 469	86 49	10	86 49	8	3)
85 74	3	—	85 74	1	85 77	1		
84 28	3	—	84 27	1	84 29	1		
—		—	83 78	2	—			
—		—	83 08	2	—			
82 76	5	82 749	82 75	2	82 75	2	3)
81 63	3	—	81 64	1	81 62	1	3)
—		—	79 57	1	—		3)
—		—	79 41	1	—			
77 55	5	—	77 56	2 d?	77 54	1	3) 5)
76 74	4	—	76 73	1	76 74	1	3)
76 28	5	—	76 30	3	—			
—		—	70 47	1	—			
69.70	3	—	69 71	1	—			
68 72	6	68 694	68 72	4	68 69	5	3)
66 52	6	66 524	66 56	5	66 52	5	3)
—		—	63 34	1	63 34	1	3)
—		—	61 91	1	61 91	1	3)
—		—	59 07	1	-			
58 75	5	—	58 76	3	58 76	3	3)
58 36	5	58 372	58 36	4	58 35	3		
57 36	4	57 368	57 36	3	57 35	2	3)

—		—	—		4002 02	1	
—		—	3999 33	1	3999 4	1 u	
—		—	98 69	1	98 69	1	
3998 04	8	3998 053	98 09	10	98.10	10	3) 4)
—		—	97 20	1	97 21	1	
95 45	9	95 463	95 45	20 R	95 53	20	3)
—		—	—		95 07	2	
94 65	3	94 660	94 70	2	94 70	1	
—		—	92 50	1	—		
—		—	91 95	2	—		
91 82	4	91 830	91 83	3	91 82	8 d	3)
91 69	4	91 690	91 68	2	—		
90 45	4	90 445	90 45	3	90 50	3	3)
—		—	—		89 85	1	
—		—	89 00	1	89 1	1 u	3)
87 26	4	87 332	87 25	3	87 27	3	3) 5)
—		—	85 60	1	85 65	1	3)
—		—	85 20	1	85 23	1	
—		—	—		83 22	2	3)
79 65	6	79 664	79 67	4	79 70	4	3)
79 03	2 u	79 003?	78 99	2	79 08	2	
77 80	6	78 809	78 78	3	78 80	3	3)
—		—	77 89	1	—		
77 36	3	77 337	77 34	2	77 35	3	3) 5)
75 48	3	75 506	75 45	2	75 50	2	3)
74 87	6	74 904	74 90	4	74 91	4	3)
—		—	—		73 75	2?	
73 29	5	73 308	73 31	5	73 32	4	3)
72 66	4	72 598	72 69	4	72 72	5	3)
69 25	5	69 287	69 28	3	69 30	6	3)
—		—	68 75	1	68 75	1	

2) Von Lecoq (8) im Funken nach Chloridlosung gesehen

3) Von Demarçay (25) im Funken nach der Losung von Chlorid gemessen, ausserdem findet er Linien 4167 8, 4130 4, 4072 1, 4033 0, 4030 7

4) Von Hartley (25) in der Knallgasflamme gemessen

5) Von Lockyer (41) als enhanced line angefuhrt

Hasselberg (26) Bogen		Rowland (27) Bogen-Sonne	Exner und Haschek (37) Bogen		Exner und Haschek (38) Funke		
—		3965 366	3965 37	1	3965 39	1	[3]
—		65 148	65 15	1	—		
3961 14	4	61 148	61 15	3	61 15	3	[3] [5]
—		—	58 73	1	58 75	1	
58 06	6	58 037	58 10	4	58 10	4	[3]
57 79	2	57 767	57 75	1	57 80	1	
—		—	56 74	1	—		
—		56 476	56 42	1	56 44	1	[3]
—		—	55 14	1	—		[3]
53 05	7	53 120	53 10	8	53 12	6	[3]
52 47	4	52 465	52 46	2	52 47	2	
—		—	51 89	1	51 91	1	
47 28	3	47 272	47 26	2	47 30	2	[3] [5]
—		46 800	46 75	2	46 80	2	[3] [5]
45 47	6	45 473	45 51	6	45 50	5	[3]
—		45 128	45 07	1	45 1	1	
—		—	44 55	1	—		
—		42 886	42 84	1	42 85	1	[3]
41 87	6	41 878	41 91	5	41 89	4	[3]
41 01	5	41 025	41 06	5	41 05	4	[3]
—		—	—		40 02	1	
—		—	39 21	1	39 1	1 u	[3]
—		—	39 00	2	—		
—		—	38 11	1	—		
36 12	8	36 121	36 13	10	36 17	12	[3]
—		35 463	35 44	1	35 44	1	
—		34 818	34 85	1	34 85	1	
34 05	4	34 108	34 07	2	34 08	2	
33 32	2	—	33 32	1	33 34	1	
29 42	4	29 497?	29 43	2	29 41	2	[3] [5]
—		29 260	—		—		
25 32	3	25 347	25 33	2	25 31	2	[3] [5]
—		—	24 65	1	24 69	1	

Hasselberg (26) Bogen		Rowland (27) Bogen-Sonne	Exner und Haschek (37) Bogen		Exner und Haschek (38) Funke		
3876 99	6	3876 981	3877 01	5	3877 01	5	[3]
74 10	7 u	74 091	*74 09	10	74 14	15	[3] [4]
73 25	9 R	73 224	73 23	10 R	73 30	15	
70 65	4	—	70 66	2	70 70	3	[3], [5]
—		70 053	—		—		
—		—	—		69 4	1	
66 92	2	—	66 97	1	66 96	1	[3]
63 72	3	—	63 75	2	63 75	2	[3] [5]
61 29	6	61 299	61 31	5	61 35	10	[3]
60 55	4	—	—		—		
—		—	—		58 43	3?	
56 93	4	—	56 94	2	56 91	2	[3]
51 97	4	51 993	52 00	2	52 00	2	[3] [5]
51 09	5	51 098?	51 09	2	51 10	2	[3] [5]
50 24	3	—	50 27	1	50 25	1	[3]
—		—	—		49 40	1	
45 59	9 R	45 606	45 60	20 R	45 65	30	[3] [4]
43 90	4	43 854	43 85	2	43 85	2	[3] [5]
42 20	7 u	42 191	42 21	8	42 25	10	[3]
41 60	4	41 595	41 60	2	41 60	3	
36 04	3	—	36 05	1	36 05	1	[3]
35 82	3	—	35 84	1	35 82	1	
—		—	—		35 61	1	
33 02	3	—	33 05	1	33 04	1?	[3]
—		—	—		31 83	1	
—		—	23 66	2	-		
20 02	4	—	20 08	2	20 05	2	[3] [4]
18 08	3	—	18 10	1	18 07	2	[3]
17 02	4	—	17 01	2	17 01	2	[5]
16 58	5	16 610	16 61	3	16 63	3	[3]
—		—	—		16.56	4	
16 46	5	16 490	16 48	3	16 43	3	
14 58	4	14 617	14 62	2	14 60	3	[3]

3922 88	5	3922 907	3922 90	4	3922 90	3	3)	
21 24	3	—	21 27	1	21 30	1		
20 89	4	20 868	20 90	2	20 90	2	3)	
—		—	20 75	1	20 75	1		
20 28	4	20 264?	20 32	1	20 30	2	3)	
19 79	3	—	19 77	1	19 78	1		
—		—	17 80	5	—			
17 26	5	17 264	—		17 26	4	3)	
15 66	2	—	15 65	1	15 63	1	3)	
10 08	7	10 079	10 13	5r	10 10	4	3)	
—		—	08 70	1	08 55	1	3)	
—		—	08 55	1	—			
06 42	6	06 438	06 46	3	06 45	3	3)	
—		—	05 70	2?	05 70	1		
—		—	04 94	1	04 96	1	3)	
04 20	4	04 213	04 23	2	04 20	2	3) 5)	
3898 64	4	—	3898 54	2	3898 63	2	3) 4) 5)	
—		—	—		95 3	1		
95 12	7	3895 119	95 15	4	95 12	5		
94 21	10 R	94 241	94 25	15 R	94 26	30	3)	
93 44	3	—	93 45	2	93 45	2		
93 19	2	—	93 20	2	93 20	2		
92 26	3	—	92 30	2	92 27	2	3)	
91 83	3	—	91 85	1	91 82	1	3)	
—		—	90 90	1	—			
—		—	90 18	1	90 25	1 u	3)	
85 40	4	85 426	85 45	2	85 40	2	3)	
84 76	5	84 748	84 79	3r	84 75	3	3)	
82 04	7	82 011	82 06	5	82 04	6	3)	
81 18	3	—	—		—			
80 54	3	—	—		—			
—		78 816	—		78 90	2	3) 5)	

—		—	—		3814 08	1	3)
—		—	—		13 45	1	3)
3812 57	3	—	3812 62	2	12 61	2	3)
11 16	3	—	11 23	2	11 23	2	3)
08 24	4	3808 223	08 25	3	08 24	3	3)
—		—	06 87	2	—		3)
05 90	3	—	05 94	2	05 94	2	
—		—	—		01 41	2	3)
—		—	—		3796 03	1	3)
—		—	—		89 50	1	3)
—		—	—		87 52	1	3)
—		—	3783 87	1	83 9	1	3)
—		—	—		78 45	1	
3777 65	4	—	77 68	2	77 70	2	3)
—		—	77 25	1	77 27	1	
74 72	4	—	74 75	3	74 75	3	3)
60 52	3	—	60 55	2	60 55	2	3)
59 83	3	—	59 83	2	59 85	2	3)
—		—	56 44	1	—		
55 59	5	3755 593	55 60	3	55 59	4	3)
—		—	—		54 85	4	
54 50	3	54 481	54 47	2	54 48	3	3)
52 95	2	—	52 93	1	52 91	2	3)
—		—	52 32	1	—		3)
51 75	4	51 735	51 75	3	51 74	3	3)
50 06	5	50 082	50 07	3	50 10	4	3)
45 61	7	45 491	45 65	4	45 65	10	3)
40 31	4	—	40 34	2	40 35	2	3)
—		—	39 65	1	—		
—		—	39 34	1	—		3)
36 05	5	36 041	36 08	4	36 08	4	3)
34 30	5	34 278	34 30	3	34 30	3	3)

3) Von Demarçay (25) im Funken nach der Lösung von Chlorid gemessen, ausserdem findet er Linien 3897 5, 3887 2, 3862 5, 3797 6

4) Von Hartley (23) in der Knallgasflamme gemessen

5) Von Lockyer (41) als enhanced line angeführt

Hasselberg (26) Bogen		Rowland (27) Bogen-Sonne	Exner und Haschek (37) Bogen		Exner und Haschek (38) Funke		
3733 62	5	3733 635	3733 65	4	3733 65	6	[3]
32 52	6	32,545	32 59	5	32 59	7	[3]
31 42	2	31 403	31 42	1	31 45	1	[3]
30 61	5	30 625	30 63	5	30 64	5	[3]
—		—	28 96	2	29 00	2	[3]
26 80	3	26 806	26 79	2	26 80	2	[3]
—		—	—		14 91	1	
12 31	4	12 319	12 35	2	12 35	2	[3]
11 80	3	—	11 83	1	11 81	1	[3]
08 96	5	08 964	09 00	4	08 99	4	[3]
07 61	4	07 600	07 62	2	07 63	3	[3]
—		—	—		07 19	1	[3]
04 17	6	04 221	04 22	5	04 24	7	[3]
—		—	03 73	1	—		
02 40	5	02 382	02 39	5	02 44	6	[3]
—		3699 153	3699 15	1	3699 16	1	[3]
—		—	—		95 48	1	
—		—	—		94 60	1	
3693 65	5	93 616	93 63	5	93 66	4	[3]
93 53	3	—	—		—		
93 27	5	93 258	93 29	3	93 30	4	
90 87	4	90 870	90 91	2	90 90	3	[3]
86 63	3	—	86 62	1	86 64	1	[3]
85 13	3	—	85 11	1	85 10	1	[3]
84 62	5	84 600	84 63	3	84 64	3	[3]
83 18	7	83 182	83 22	8	83 24	8	[3]
—		—	—		81 55	4	[3]
76 69	6	76 698	76 72	5	76 72	6	[3]
—		—	74 08	1	—		
70 20	3	70 168	70 20	2	70 20	2	[3]
—		—	68 80	1	—		[3]
—		—	64 7	1 u	—		[3]
62 33		62 308	62 32	4	62 34	5	[3]

Hasselberg (26) Bogen		Rowland (27) Bogen-Sonne	Exner und Haschek (37) Bogen		Exner und Haschek (38) Funke		
3624 48	4	3624 447	3624 54	2	3624 50	1	[3]
—		—	21 35	1	21 38	4	[3]
20 59	4	—	20 56	2	20 56	1	[3]
18 17	3	—	18 15	2	—		[3]
15 56	4	15 531	15 54	3	15 54	1	[3]
11 89	5	11 862	11 89	4	11 86	2	[3] [4]
09 92	3	—	09 94	2	09 95	1	[3]
08 50	3	—	08 45	1	—		[3]
—		—	—		06 15	1	[3]
05 50	6	—	05 52	4	05 51	3	[3]
05 19	4	—	05 17	2	05 17	1	
04 62	4	—	04 62	2	04 62	1	[3]
—		02 210	02 22	10	02 23	4	[3] [4]
00 99	3	—	00 97	1	—		[3]
3596 67	4	3596 651	3596 67	2	3496 66	1	[3]
95 00	7R	95 017	95 03	8	95 02	4	[3] [4]
91 92	3	—	91 91	2	91 90	1	[3]
—		—	90 50	1	—		
89 44	2	—	89 45	1	—		[3]
87 30	10R	87 370	87 30	15 R	87 35	10	[3]
86 20	3	86 157	86 20	1	—		
85 92	3	—	85 94	1	—		[3]
85 28	7R	85 310	85 33	4	85 31	4	[3]
84 92	5	84 940	84 94	2	84 95	1	
82 00	4	—	82 02	2	82 03	1	[3]
79 16	4	79 047	79 15	2	79 14	1	[3]
79 01	4	—	79 04	2	79 05	1	
78 20	4	78 240	78 21	2	78 16	2	[3]
77 80	3	—	77 82	1	—		[3]
77 36	3	77 384	77 39	1	—		[3]
75 48	7R	75 533	75 53	5	75 54	5	[3] [4]
75 06	6R	75 106	75 13	4	75 14	4	
—		—	—		72 05	2 ?	

—		—	60 85	1	60 83	1	3)
58 05	3	58 044	58 06	2	58 07	1	3)
57 12	4	57 104	57 10	3	57 10	2	3)
—		—	—		56 9	1	
—		—	—		56 3	1	
54 59	4	54 586	54 59	3	54 60	3	3)
52 68	5	52 691	52 70	4	52 69	3	3)
51 42	4	—	51 41	2	51 40	1	3)
—		49 977	—		—		
49 47	6	49 476	49 49	4	49 45	2	3)
48 30	4	48 221	48 26	2	48 23	1	3)
47 82	5	—	47 85	3	47 79	2	3)
—		—	47 56	1	—		
47 25	4	47 234	47 23	2	47 20	1	3)
45 60	3	—	45 60	1	45 54	1	3)
45 36	4	—	45 34	2	45 31	1	3)
43 34	5	43 342	43 35	3	43 31	2	3)
41 95	5	41 930	41 94	3	41 90	2	3)
39 63	5	39 588	39 60	3	39 57	2	3)
—		—	38 50	1	—		3)
37 49	4	—	37 44	2	37 45	1	3)
36 89	4	36 890	36 84	3	36 85	1	3)
34 86	5	34 849	34 86	3	34 85	2	3)
33 52	3	—	33 49	1	—		3)
33 00	5	32 979	33 01	3	32 99	2	3)
32 12	4	31 850	32 12	1	—		3)
31 55	6	31 404	31 59	5	31 56	3	3)
—		—	30 03	1	—		
—		—	28 38	1	—		
27 96	7	27 953	27 98	5	27 94	4	3)
—		—	26 20	1	—		3)
25 13	5	25 103	25 18	3	25 20	1	3)
—		—	24 95	1	—		

—		—	70 57	2	70 55	1	3)
—		—	—		70 26	1	
69 48	10R	69 523	69 59	20 R	69 59	10	3) 4)
—		—	—		68 9	1	
68 36	3	—	68 56	1	—		
—		—	—		67 15	1	
65 08	6R	65 075	65 09	5 r	65 11	4	3)
64 25	4	64 264	64 31	2	64 32	1	3)
63 04	5	63 065	63 09	2	63 07	1	3)
62 22	5	62 236	62 25	2	62 26	1	3)
—		—	—		61 3	2	
61 01	6R	61 037	61 03	4 r	61 06	4	3)
60 44	4	—	60 47	2	60 47	1	3)
—		—	59 75	1	—		3)
58 90	5	58 923	58 93	3	58 94	2	3)
—		—	—		56 1	1	
53 28	3	—	53 31	2	—		
53 12	5	53 132	53 16	3	53 15	2	3)
52 85	4	52 866	52 90	2	52 86	1	3)
—		—	51 84	1	—		
50 72	6R	50 740	50 78	5	50 75	3	3)
—		—	50 36	1	—		
48 60	5	48 593	48 60	3	48 56	1	3)
—		—	—		48 37	1	
46 86	4	46 851	46 85	2	46 85	1	3)
—		—	45 08	1	45 15	1	
—		—	44 25	1	—		
43 40	6	43 407	43 43	5	43 40	2	3)
—		—	43 15	1	—		
—		—	42 65	1	—		
—		—	40 50	1	—		
—		—	39 57	1	—		
—		—	37 85	1	—		

3) Von Demarçay [25] im Funken nach der Lösung von Chlorid gemessen, ausserdem findet er Linien 3677 8, 3619 4

4) Von Hartley [23] in der Knallgasflamme gemessen

Hasselberg (26) Bogen		Rowland (27) Bogen-Sonne	Exner und Haschek (38) Bogen		Exner und Haschek (39) Funke		
—		—	—		3536 03	1	
3534 92	4	3534 920	3534 91	2	34 93	1	3) 4)
33 49	7 R	33 500	33 51	5	33 50	4	3) 4)
—		—	30 70	1	—		3)
29 92	9 R	29 964	29 96	15 R	29 99	6	3) 4)
29 17	6	29 181	29 19	5	29 19	3	3)
—		—	28 09	2	—		3)
26 96	9 R	26 988	26 97	10 R	27 02	6	3) 4)
25 97	3	—	26 00	1	—		
23 85	5	23 850	23 83	3	23 8	2	3)
23 57	6 R	23 584	23 55	4 R	23 62	5	
23 00	4	23 048	23 00	2	23 03	1	
—		—	21 85	2	—		
21 70	6 R	21 748	21 73	3 R	21 75	5	3)
20 20	6	20 228	20 23	4	20 25	3	3)
19 90	4	—	—		19 97	1	
18 49	7	18 488	18 50	10	18 52	7	3)
—		—	—		17 65	1	3)
—		—	16 78	1	—		
—		16 554	16 55	1	—		
13 62	7	13 623	13 61	4 R	13 65	4	3) 4)
12 78	7	12 785	12 80	10	12 83	6	3)
10 53	7	10 596	10 59	5 r	10 59	4	3)
09 98	7	09 922	10 00	8	10 03	5	3) 4)
—		—	07 75	1	07.94	2	3)
06 44	8 R	06 467	06 47	10 R	06 50	8	3) 4)
05 28	3	05 288	05 29	2	05 27	1	3)
04 88	4	04 885	04 89	2	04 90	1	3)
03 86	3	03 866	03 85	2	—		3)
—		—	03 15	1	—		
02 76	6 R	02 775	02 80	3 d?	02 79	3	3)
02 41	9 R	02 466	02 45	15 R	02 46	6	3)
—		—	01 90	1	01 90	4	3)

Rowland (27) Bogen Sonne	Exner und Haschek (38) Bogen		Exner und Haschek (39) Funke		
—	3467 37	1	—		
3465 900	65 96	10 R	3466 00	5	4)
—	63 62	1	—		
62 950	62 94	10 R	63 01	5	4)
61 321	61 33	4	61 35	2	
—	60 86	1	—		
—	58 16	1	—		
57 068	57 05	2	57 10	1	
—	56 58	1 d	—		
55 379	55 33	3	55 40	3	
—	54 35	1	—		
53 621	53 66	20 R	53 70	10	4)
—	52 44	2	52 5	1	
—	52 18	1	—		
49 583	49 54	10 R	49 61	5	4)
49 310	49 26	10 R	49 31	5	
—	48 49	2	48 53	1	
47 420	47 43	2	—		
—	—		46 52	2	
—	46 21	3	46 23	1	
—	45 56	1	—		
—	45 29	1	—		
43 791	43 79	15 R	43 83	6	4)
43 330	43 31	2	43 35	1	
43 059	43 06	3	43 09	3	
—	41 28	2	—		
—	39 05	3	39 05	1	
—	38 83	2	—		
—	37 83	4	—		
—	37 10	2	—		
—	35 87	1	—		
—	35 35	1 d	—		
33 163	33 18	10 R	33 25	6	4)

—		—	3497 49	1	3497 47	1			3432 447	3432 46	1	—		
3496 83	6 R	3496 952	96 90	3	96 95	2?	4)		31 721	31 76	8	3431 78	4	
—		96.820	96 80	3	96 85	2			—	29 82	1	—		
—		96 224	96 20	1	96 22	1			28 892	28 89	2	28 90	1	
95 82	7	95 802	95 83	5 R	95 89	5			28 341	28 34	4	28 38	1	
92 15	3	92 112	92 12	1	—				—	27 90	1	—		
91 46	5	91 462	91 49	4	91 51	3			—	26 60	2	26 64	1	
90 89	5	90 896	90 89	3	90 95	1			—	25 93	1	—		
89 54	8 R	89 546	89 57	20	89 61	7			24 646	24 67	3	24 67	1	
87 86	4	87 857	87 84	2	87 89	1			—	—		24 01	2	
—		—	87 45	1	—				—	—		23 92	1	
—		—	85 85	1	—				—	23 03	2	23 0	1	
85 49	7	85 493	85 51	4	85 53	3			—	22 92	1	—		
83 55	6 R	83 553	83 58	4	83 60	3	4)		—	22 63	1	—		
—		—	83 29	1	—				21 758	21 77	2	21 80	1	
—		—	82 02	1	—				—	20 95	3	20 96	1	
—		—	81 68	1	—				—	20 64	2	20 66	1	
80 16	3	—	80 17	2	80 20	1			—	17 93	2	17 90	1	
—		—	79 74	1	—				17 819	17 84	2	17 81	1	
78 90	4	78 923	78 90	2	78 90	1			17 301	17 32	10	17 30	4	4)
78 69	4	78 689	78 60	2	78 71	1			—	15 66	1	15 91	3	
78 01	3	—	78 00	2	78 01	1?			—	13 00	1	—		
76 49	4	76 479	76 50	2	76 52	1			12 775	12 79	10 R	12 79	3	4)
74 66	4	—	74 68	2	74 71	1			12 481	12 50	10 R	12 49	4	
—		—	74 40	2	—				09 302	09 29	10 R	09 35	6	4)
74 15	8 R	74 106	74 17	10 R	74 24	8			—	09 05	1	—		
—		—	73 60	1	—				—	07 02	1	—		
—		—	72 85	1	—				05 217	05 27	20 R	05 30	10	4)
—		—	72 34	1	—				—	03 33	1	—		
71 52	5	71 499	71 53	3 r	71 55	2	4)		—	02 14	4 R	02 18	1	
		—	69 80	1	—				—	—		02 06	1	
		—	69 11	2	69 17	1			—	01 74	1	—		
		—	68 74	1	—				—	00 63	1	—		

3) Von Demarçay (25) im Funken nach der Losung von Chlorid gemessen, ausserdem findet er Linien 3530 4, 3526 3

4) Von Hartley (23) in der Knallgasflamme gemessen

Rowland (27) Bogen-Sonne	Exner und Haschek (38) Bogen	Exner und Haschek (39) Funke
—	3399 54 1	—
—	98 96 2	3399 0 1
—	96 61 1	—
3395 505	95 55 8	95 56 5
—	95 07 1	—
—	90 92 2	90 93 1
—	90 54 3	90 56 1
—	88 80 1	—
88 311	88 29 5	88 32 5
—	87 82 1	87 83 3
—	87 56 1	—
—	87 19 1	—
—	85 68 1	—
85 361	85 38 4	85 39 4
—	84 09 2	—
—	83 07 1	—
—	82 20 1	—
—	81 65 2	81 63 1
—	81 04 1	—
78 881	78 86 3	78 91 1
78 476?	78 50 2	78 53 1
77 202	77 20 3	77 20 1
—	76 34 2	76 4 1
74 487	74 42 3d?	74 45 1d
—	74 13 2	—
73 369	73 40 3	73 40 1
—	—	71 09 2
70 468	70 48 4	70 49 1
—	—	69 73 2
—	68 72 1d	—
—	67 98 1	—
67 233	67 25 5	67 27 3
—	65 13 1	—
64 408	64 38 2	64 43 1
63 955	63 89 2	63 90 1
63 442	63 41 2	63 43 1
62 936	62 93 3	62 95 2?
61 704	61 72 4	61 71 2?
—	61 22 1	—
59 420	59 42 3	59 44 1
—	59 20 1	59 24 1?
—	—	58 75 1
—	58 13 1	58 13 1
—	56 97 2	—
56 676	56 59 2	56 56 1
—	56 06 1	—
—	55 27 1	—
54 523	54 51 5	54 53 4
54 350	54 34 1	—
—	—	52 95 2
51 658	51 70 2	51 67 1

Rowland (27) Bogen-Sonne	Exner und Haschek (38) Bogen	Exner und Haschek (39) Funke
—	3351 29 1	—
—	50 50 1	—
—	49 66 1	—
—	49 33 1	—
3348 254	48 28 4	3348 27 2
—	47 70 1	—
47 066	47 10 4	47 06 2
—	46 45 1	—
—	44 36 1	—
42 892	42 88 5	42 85 2
—	42 10 2	42 10 1
41 480	41 52 3	41 46 2
39 932	39 97 4	39 91 2
38 651	38 68 1	—
37 319	37 34 3	37 29 1
34 266	34 31 5	34 30 4
33 526	33 55 3	33 53 1
—	31 88 1	—
29 648	29 63 3	—
—	29 16 1	—
28 341	28 34 2	28 35 1
27 127	27 14 4	27 13 2
26 825	26 72 1	—
25 381	25 44 4	25 40 2
—	24 99 1	—
22 331	22 41 5	22 37 3
—	22 06 1	—
19 953	20 00 3	19 95 1
19 619	19 66 3	19 61 2
19 298	19 31 2	19.30 1
18 496	18 55 2	18 55 1
15 178	15 20 2	—
—	14 46 1	—
14 214	14 21 3	14 21 2
13 206	13 27 2	—
12 970	12 99 2	—
12 453	—	—
12 329	12 33 3	12 31 1
08 947	08 96 2	08 93 1
08 619	08 65 2	08 63 1
—	08 11 1	—
07 280	07 31 3	07 30 2
06 623	06 54 1	—
05 877	05 87 2	—
05 283	05 27 2	—
—	04 95 1	—
—	04 29 2	—
—	04 03 2	—
3298 818	3298 83 3	3298 84 1
97 301	97 37 1	—
94 749	94 69 2	—

Rowland (27) Bogen-Sonne	Exner und Haschek (38) Bogen		(39) Funke	
—	3294 24	1	—	
3293 989	94 04	1	—	
93 276	93 37	2	—	
92 206	92 24	2	—	
—	87 94	1	3287 31	1
—	87 69	1	—	
87 347	87 34	3	—	
—	86 66	1	—	
—	86 03	1	—	
—	83 95	1	83 60	3
83 576	83 60	4	—	
83 458	83 49	1	—	
—	82 37	1	—	
—	82 23	1	—	
—	81 75	1	—	
—	80 74	1	—	
—	79 95	1	79 36	1
79 400	79 39	2	—	
—	78 96	3	78 95	1
—	78 23	1	—	
77 795	77 80	2	77 77	1
77 482	77 44	2	77 43	1
76 594	76 60	2	76 58	1
—	72 56	1	—	
71 918	71 92	3	71 90	1
71 266	—		—	
70 265	70 35	2	—	
—	69 04	1	—	
—	68 15	1	—	
65 454	65 49	2	65 52	1
64 906	64 96	3	65 01	1
63 355	63 35	2	63 38	1
—	62 47	1	—	
60 950	60 99	3	60 98	2
—	60 45	1	—	
—	60 03	1	—	
58 542	58 58	1	—	
58 221	58 16	2	—	
54 381	54 37	4	54 35	2
—	53 60	1	—	
—	51 84	1	—	
50 136	50 17	3	50 14	1
47 311	47 32	2	47 30	2
47 096	47 13	2	—	
—	45 86	1	—	
—	45 42	1	—	
43 978	43 99	4	43 96	2
43 682	43 70	1	—	
—	41 69	1	—	
—	39 08	1	—	
37 154	37 18	3	37 15	1

Rowland (27) Bogen-Sonne	Exner und Haschek (38) Bogen		(39) Funke	
3235 674	3235 69	3	3235 86	1
—	34 30	1	—	
—	—		33 05	2?
—	27 93	1	—	
—	27 15	2	—	
24 750	24 80	2	24 79	1
—	23 30	1	—	
19 313	19 31	3	19 28	1
19 098?	19 15	1	—	
—	17 97	1	—	
—	17 15	1	—	
15 467?	15 46	1	—	
—	13 56	1	—	
11 056?	10 96	3	10 97	1
10 377	10 35	3	10,33	1
—	06 00	1	—	
03 144	03 15	2	—	
3199 454?	3199 44	2	—	
98 799	98 79	2	3198 75	1
—	98 3	1	—	
—	95 74	1	—	
93 346	93 30	2	93 29	1
92 386?	92 35	2	92 35	1
91 426	91 44	2	—	
89 936	89 87	2	89 9	1
88 487	88 50	3	88 48	1
86 494	86 46	2	—	
86 090	86 05	2	—	
82 232	82 25	3	82 28	1
80 347	80 42	1	—	
—	79 98	1	—	
77 413	77 40	3	77 40	2
75 064	75 06	2	75 02	1
74 266?	74 29	1	74 27	1
—	73 30	1	—	
—	71 51	1	—	
—	71 30	1	—	
69 864	69 90	3	69 91	1
69 304?	—		—	
69 187?	—		—	
—	68 19	3	68 17	1
—	64 66	1	—	
61 776	61 78	3	61 79	1
59 785	59 80	3	59 77	1
58 897	58 92	4	58 90	3
57 257	57 23	1	57 2	1
—	55 90	1	—	
54 903	54 91	3	54 90	4
54 758	54 78	2	—	
—	54 49	1	—	
52 852	52 84	3	52 82	1

Rowland (27) Bogen-Sonne	Exner und Haschek (38) Bogen		Exner und Haschek (39) Funke	
3150 947?	3150 93	1	—	
50 767?	50 82	1	—	
49 432	49 43	3	3149 43	2
47 183	47 19	4	47 18	3
45 206	45 16	1	45 15	1
40 872	40 83	1	40 8	1
40 052	40 08	4	40 09	3
37 880	37 75	2	37 86	1
37 560	37 47	4 d	37 46	3
37 445	37 10	1	—	
36 822	36 81	2	36 85	1
—	36 38	1	—	
—	—		34 22	3?
32 303	32 33	2	—	
—	31 96	1	—	
—	—		30 98	1
29 645	29 57	2	29 62	1
29 120	29 10	1	—	
27 359	27 35	3	27 36	1
26 879	26 85	2	26 85	1
—	26 60	1	—	
21 714	21 69	3	21 70	2
21 529	21 54	2	21 56	2
—	18 76	1	—	
18 360	18 35	2	18 39	1
13 560	13 58	3	13 61	2
11 410?	11 45	2	11 47	1
10 955	10 94	2	10 99	1
10 190	10 12	2	10 16	1
09 609	09 60	2	09 66	1
—	07 65	1	07 67	1
07 197	07 15	2	07 2	1
—	06 22	1	—	
05 999?	06 03	1	—	
—	05 50	2	—	
04 087	04 12	2	—	
03 886	03.82	3	03 87	1
02 474	02 49	2	02 54	1
—	—		02 03	2?
—	—		01 70	3?
00 944?	—		—	
3099 780	3099 76	1	—	
98 298	98 30	3	3098 33	2
—	97 21	2	—	
96 870	96 80	1	96 87	1
96 510	96 50	2	96 55	1
95 830	95 81	2	95 86	1
90 328	90 36	2	90 40	1
89 719	89 68	3	89 71	2
—	88 76	1	—	
87 949	87 86	2	87 93	1

Rowland (27) Bogen-Sonne	Exner und Haschek (38) Bogen		Exner und Haschek (39) Funke	
3086 893	3086 89	4	3086 91	3
86 503	86 46	2	86 53	1
82 957	82 96	1	—	
82 734	82 73	3	82 75	3
79 482	79 49	3	79 54	1
73 632	73 64	2	73 70	1
72 435	72 45	4	72 51	3
72 072	72 06	3	72 13	1
—	70 94	1	—	
64 475	64 49	2	64 51	1
62 358	62 33	2	62 35	1
61 931	61 94	5	61 98	4
—	61 15	1	—	
60 137	60 17	3	60 21	1
—	—		55 85	1
54 807	54 84	2	—	
50 623	50 64	2	—	
48 999	49 00	3	49 01	3
48 151	48 21	1	—	
—	45 13	1 d	—	
44 112	44 11	10R	44 13	4
42 592	42 60	3	42 62	2
—	40 93	1	—	
39 721	39 66	2	39 70	1
38 423	38 42	1	—	
—	—		34 79	2
34 558	34 55	3	34 56	1
31 454	31 43	1	—	
—	28 31	1	—	
26 486	26 49	3	26 51	2
—	—		26 0	1
—	23 66	1	—	
22 476	22 47	2	22 50	1
—	—		21 21	1
—	20 65	1	20 76	1
—	19 23	2	—	
17 961	17 66	3	17 67	3
17 361	17 33	2	17 39	1
15 799	15 77	2	15 83	1
13 691	13 70	3	13 74	2
—	—		09,04	1
—	—		08 3	1
—	06 10	1	—	
05 852	05 86	2	05 95	1
—	—		01 10	1
00 693	00 66	2	00 70	1
—	2999 84	1	—	
2996 689?	96 67	1	—	
95 212	—		2995 31	1
	89 70	3	89 76	3
	87 28	3	87 36	3

Exner und Haschek (38) Bogen	(39) Funke
—	2985 04 1
2984 24 2?	84 34 1?
—	83 76 1
82 37 1	—
—	81 85 1?
78 10 1	78 15 1
77 56 1	—
75 56 1	—
—	73 40 1
69 7 1	—
—	67 06 1
61 3 1	—
57 79 2	57 84 1
55 50 2	55 49 1
—	54 86 5
—	47 97 1
43 60 1	43 27 2
—	30 55 2 u
29 62 3	29 66 1
28 91 2	28 95 1?
27 78 3	27 80 2
19 66 1	19 70 1
—	18 7 1 u
—	14 8 1
11 70 1	—
07 75 1	07 1 1
04 40 1	—
03 30 1	03 35 1
2899 91 2	2899 99 1
—	98 0 1 u
95 57 1	—
95 46 1	—
92 37 2	—
—	90 59 3
86 55 2	86 59 2
83 23 1	83 6 1 u
82 34 1	82 37 1
—	81 74 2?
79 71 2	79 65 1
78 65 1	78 66 1
72 60 2	72 60 1
—	71 35 4
—	70 2 1 u
67 57 1	—
—	65 7 1 u
62 70 2	62 74 1
61 48 1	—
59 75 1	59 76 1
—	52 25 1
51 05 1	—
50 15 2	50 15 1

Exner und Haschek (38) Bogen	(39) Funke
—	2848 4 1 u
—	45 75 1
2842 46 1	42 51 1
37 26 2	37 29 1
—	35 07 2
34 55 1	—
34 02 1	-
28 55 1	—
26 91 1	—
25 29 1	25 38 3
24 50 1	—
23 78 1	—
21 86 1	—
20 11 2	20 15 1
—	19 02 1
18 69 1	—
—	15 85 1
15 65 2	15 67 1
15 06 1	—
11 64 1	—
11 23 1	—
—	10 99 3
—	07 32 2
04 25 1	—
03 87 2	03 90 1
—	02 82 2?
—	01 22 1
—	2799 10 1
—	98 40 2
2797 18 2	97 23 1
—	96 95 1
96 33 2	96 35 1
—	95 70 3?
—	94 96 2
92 55 1	92 58 1
91 57 1	—
91 13 1	91 17 1
90 40 1	—
—	89 67 1
86 00 1	86 10 1
—	85 57 1
—	80 0 1 u
78 92 2	78 95 1
—	76 33 3
75 67 1	—
75 29 1	75 2 2 u
75 06 1	—
72 8 1 u	—
—	69 19 2
68 80 1	—
—	66 98 2

Exner und Haschek (38) Bogen	(39) Funke
2766 47 2	2766 45 1
66 31 2	66 34 2
—	64 85 1
64 30 2	64 30 2
63 19 1	63 2 1
61 49 2	61 50 1
58 67 1	—
—	53 40 1
52 21 1	52 23 1
50 20 1	—
—	49 96 1
—	48 47 1
46 10 1	—
45 17 2	45 15 3
—	41 48 1
—	41 15 1
40 54 2	40 55 1
—	39 05 2
—	38 41 1
—	34 77 2 u
—	33 08 1
31 20 2	31 20 2
—	29 27 1
28 86 1	—
—	28 00 2
—	24 08 1
22 20 1	—
—	21 04 2
19 65 1	—
—	19 11 1
—	16 44 1
16 05 2	16 06 2
—	14 52 5
—	10 39 1
—	09 15 1
08 88 1	08 96 1
—	08 54 1
—	08 10 2
—	07 60 3
—	06 84 5
05 94 2	05 84 1
05 50 1	—
—	02 52 2
—	02 2 1
—	00 50 1
—	2698 50 1
—	97 95 1
—	97 14 2
2695 93 2	95 96 2
—	95 51 1
94 76 1	94 79 8

Exner und Haschek (38) Bogen		(39) Funke	
2694 50	1	—	
—		2693 22	2
—		93 11	2
—		92 35	1
—		92 07	1
—		89 90	2
—		88 32	1
—		87 0	1 u
—		86 3	1 u
85 44	2	85 45	2
—		84 66	5
—		82 28	1
—		82 00	1
—		80 53	2
80 20	1	80 22	1
79 83	2	79 84	2
—		78 14	2
76 06	2	76 06	4
74 04	1	74 03	1
—		72 68	1 ?
—		72 2	1
—		70 94	2
69 65	1	—	
—		67 00	3
—		66 26	2
—		65 32	1
63 61	2	63 65	15
61 80	1	61 77	2
—		61 17	1
—		60 99	1
—		56 51	2 r
—		56 02	1 ?
53 84	1	53 82	8
—		53 26	1
—		52 91	2
—		52 4	1 u
50 40	2	50 40	1
50 04	1	50 07	1
48 79	3	48 79	10
46 51	2	46 54	2
44 89	1	44 90	1
—		44 54	1
42.97	1	43 20	1
40 33	1	40 59	1
—		38 22	1
—		37 41	2
—		36 12	4
—		35 01	3
—		32 37	10
—		30 66	1
30 05	1	30 10	1

Exner und Haschek (38) Bogen		(39) Funke	
—		2628 91	2
2627 71	2	27 75	2
27 13	1	26 99	2 d
—		24 48	1
23 85	1	23 88	1
23 54	1	23 58	1
—		22 82	1
22 54	1	22 56	1
22 35	1	—	
22 15	1	22 17	1
—		21 05	1
—		19 91	4
19 36	1	19 38	1
—		19 00	3
17 95	1	17 95	1
—		17,05	1
16 34	1	16 32	1
15 45	1	15 40	1
14 45	1	14 41	6
14 23	1	—	
13 98	1	—	
13 60	1	13 60	4
—		12 75	1
10 86	1	10 9	1
06 22	1	06 02	2
—		05 81	3 ?
—		04 53	3
—		03 35	1
01 07	1	01 0	1 u
2599 28	1	—	
95 31	1	2595 30	1
94 26	1	94 25	1
—		93 51	1
91 78	1	91 75	1
90 70	2	90 69	1
—		89 11	2
87 30	2	87 32	10
—		86 94	1
85 45	2	85 42	1
—		85 26	1
—		84 07	1 ?
—		83 27	4
82 35	2	82 33	15
—		81 33	1
80 95	2	80 96	1
80 43	3	80 42	20
78 99	1	79 01	1
75 82	1	75 68	2
74 94	1	74 97	5
74 45	2	—	
—		73 60	1

Exner und Haschek (38) Bogen		(39) Funke	
—		2573 50	1
2573 10	1	—	
73 00	1	—	
72 32	1	72 31	1
—		69 82	3
67 42	2	67 43	2
—		65 49	3
64 14	2	64 13	15 r
—		62 65	2 ?
62 22	2	62 24	2
61 37	1	61 4	1
—		60 18	8 r
59 48	2	59 51	10
—		58 70	1 ?
—		57 47	4 r
56 85	2	56 90	4
55 15	2	55 16	2
—		54 1	1 u
53 44	2	53 45	2
53 09	2	53 10	2
—		52 49	3
49 37	1	49 40	1
—		49 17	1
—		48 82	1
48 40	2	48 42	2
—		48 02	1
-		46 83	5
—		46 26	2
—		45 79	1
44 94	1	45 15	3
—		44 64	2
44 34	2	44,31	2
42 05	2	42 03	10
—		40 70	6
—		39 54	1
—		38 87	1
38 45	1	—	
—		37 52	2
—		36 88	2
36 55	1	36 57	2
36 02	2	36 05	3
35 45	1	35 42	1
—		33 90	8
32 26	2	32 27	2
31 45	1	31 43	1
30 65	1	30 60	1
30 22	1	30 19	5
29 06	3R	29 10	2 ?
28 67	2	28 70	5
—		28 28	2
—		27 53	1

Exner und Haschek (38) Bogen		(39) Funke	
—		2526 15	1
2525 09	2	25 11	5
—		24 69	2
—		23 03	4
21 49	3 R	21 49	3
21 03	1	20 91	1
19 90	1	19 91	10
—		19 1	1
—		18 25	1
17 90	2	17 90	2
—		17 50	3
—		16 6	1
—		16 22	1
—		14 45	1
13 20	1	13 19	1
13 01	1	13 00	1
—		12 50	1
—		12 18	2?
11 12	2	11 28	4
—		10 17	2
—		08 08	3
—		07 77	1
07 26	1		
—		06 97	1
06 55	2	06 58	10
05 2	1	—	
04 63	1	04 63	2
—		02 23	1
00 60	1	00 71	1
—		2498 94	5
—		97 59	3
2496 80	1	96 82	1
95 65	1	95 66	1
94 83	1	94 84	1
94 05	1	94 02	1
—		93 67	1
92 25	1	—	
—		91 26	1
—		90 50	3
89 36	1	—	
88 55	1	88 55	1
—		88 22	1
—		87 48	2
—		87 21	2
86 53	1	86 52	5
85 44	1	85 43	3
—		84 93	1
—		84 46	1
—		84 30	1
83 70	1	83 70	2
—		82 76	1?

Exner und Haschek (38) Bogen		(39) Funke	
—		2479 85	1
—		79 13	2
—		78 30	3 d
—		77 56	3
—		77 39	3
2476 73	1	76 74	2
—		76 52	1 ?
—		75 48	1
—		74 85	1
74 01	1	74 01	1
73 02	1	73 00	1
—		71 8	1 u
70 38	1	70 36	2
—		69 61	2
67 80	1	67 77	1
—		67 15	4
64 71	1	—	
64 58	1	—	
64 30	1	64 31	8
63 85	1	63 86	1
—		63 77	1
—		62 77	1
62 22	1	62 2	1
60 90	1	60 90	1
60 28	1	60 29	1
—		59 55	3
—		58 88	1
56 31	1	56 30	2
—		55 56	1
—		54 23	2
—		53 91	1
53 50	1	53 3	1
—		52 12	2
51 84	1	—	
50 10	1	50 10	6
49 24	1	49 21	3
—		47 82	10
46 60	1	—	
—		46 09	4
—		45 65	1
—		44 97	1
43 89	1	43 89	4
43 63	1	—	
43 00	1	—	
—		42 71	5
—		41 81	2
41 15	2	41 15	1
—		40 2	1
39 11	1	39 13	2 ?
—		38 46	1
37 05	1	37 07	3

Exner und Haschek (38) Bogen		(39) Funke	
2436 85	1	2436 75	2 ?
36 51	1	—	
—		36 39	2
35 91	1	35 88	1
35 19	3	35 20	2
—		34 82	1
32 28	3 R	32 62	5
30 25	1	30 57	1
—		30 01	2
29 30	1	29 29	1
28 67	2	28 66	1
28 49	1	28 39	3
27 10	1	27 08	1
—		26 20	3
25 68	1	25 67	1
—		25 59	4
25 06	3 R	—	
—		23 89	2
23 73	1	23 74	2 ?
22 69	1	22 66	1
—		22 15	1
20 85	1	20 82	6
19 41	1	—	
19 23	1	19 2	1
—		18 61	4
17 75	2	17 75	5
17 45	1	—	
17 13	1	—	
17 01	1	16 99	5
—		16 28	3
—		16 06	3
15 40	3 R	15 40	2 ?
15 22	1	—	
14 55	3 R	14 62	2
14 17	2	14 18	4
13 69	1	13 70	1
13 30	1	—	
12 97	2	12 93	1
—		12 89	1
—		12 40	1
11 73	3 R	11 68	3 d
10 60	1	—	
09 23	1	09 56	1
08 85	1	08 90	3
—		08 50	3
07 76	1	07 76	3
07 35	3 R	07 46	2
—		06 98	1 ?
06 34	1	06 35	1
—		04 64	3
04 25	2	04 21	3

Exner und Haschek (38) Bogen		(39) Funke	
—		2403 85	2
—		02 95	1
2402 20	1	02 20	1
01 69	1	01 61	1 d
01 20	1	01 20	1
00 92	1	00 89	1
00 67	1	—	
—		2398 45	4
2397 45	1	97 49	10
97 37	1	—	
97 12	1	—	
96 90	1	96 80	1
96 32	1	96 34	1
—		96 06	1
—		95 60	2
—		94 60	3
94 01	1	94 00	3
92 72	1	92 64	3
92 07	1	92 11	1
—		91 96	1
91 51	1	91 47	1
90 09	1	—	
89 63	2	89 63	3
89 01	2	89 01	10R
88 48	1	—	
88 25	1	—	
87 55	1	87 57	1
—		86 82	3
86 46	2	86 41	5
85 90	1	—	
84 97	1	84 97	1?
—		84 20	1
83 55	2	83 55	8
—		82 13	2
81 90	1	81 84	4
—		81 06	1
80 60	1	80 59	1
78 96	1	—	
78 70	2	78 68	10
77 30	1	77 29	1
—		76 98	1
75 25	1	75 24	3
—		74 7	1
73 48	1	—	
—		73 18	1
72 95	1	72 95	1
—		72 58	1
71 94	1	71 93	3
71 55	1	71 68	2
70 60	1	70 84	2
70 02	1	—	

Exner und Haschek (38) Bogen		(39) Funke	
2369 76	1	2369 79	1
—		67 6	1 u
—		67 27	1
65 12	1	65 17	1
63 89	2	63 87	10
—		62 14	1
61 61	1	61 63	3
—		61 23	2
—		60 92	2
—		60 59	3
—		59 68	1
58 29	1	58 31	3
—		56 83	1
—		55 58	1
—		54 99	1
54 58	1	—	
—		54 06	1
53 51	2	53 49	6
52 97	1	52 97	1
—		52 29	2
—		51 92	2
51 49	1	—	
—		51 24	2
50 40	1	50 35	1
—		49 20	1
—		48 49	1
—		47 87	2
47 51	2	47 42	3
—		47 14	1
—		46 61	3
46 26	1	46 20	1
45 65	1	45 55	2
-		45 32	1
—		44 70	2
44 37	1	44 34	3
—		43 35	1
—		42 34	1
—		41 19	5
—		40 36	1
39 13	1	39 10	2
38 73	1	38 75	2
—		37 95	3?
37 57	1	37 46	1
		37 07	2
36 30	1	36 29	3
36 06	1	36 08	1
—		34 96	1
		34 13	3
30 45	1	30 45	4
30 05	1	—	
29 20	1	29 20	3

Exner und Haschek (38) Bogen		(39) Funke	
—		2328 18	1
—		27 77	3
2326 55	2	26 60	3
26 23	2	26 20	3
25 90	1	25 85	1
25 63	1	25 62	1
24 44	2	24 39	5
23 26	1	23 25	1
22 80	1	—	
22 02	1	22 10	2
21 49	1	21 42	2
20 12	1	20 11	1
—		19 91	2
—		19 35	2
—		18 51	3
17 23	1	17 13	3
16 96	1	—	
16 20	1	—	
—		15 82	1
15 07	2	15 05	3
—		14 75	1
14 15	2	14 14	3
13 75	1	13 68	2
—		12 64	2
11 73	2	11 73	6
11 16	1	—	
—		10 96	1
—		10 36	1
09 11	1	09 14	1
07 97	2	07 97	6R
—		07 60	1
—		07 12	1
—		06 90	1
—		06 20	1
05 26	1	—	
04 30	1	04 35	1
04 07	1	04 11	1
01 51	1	01 49	2
00 90	1	00 86	2?
—		00 56	1
—		2299 80	3
—		98 81	2
2298 48	1	98 35	2
—		97 57	1?
—		97 45	1
—		97 21	2?
96 82	1	—	
96 19	1	96 01	2
95 37	1	95 30	1
—		93 65	2
93 50	1	93 50	2

Exner u. Haschek (38) Bogen		Exner u. Haschek (39) Funke		Exner u. Haschek (39) Funke		Exner u. Haschek (39) Funke		Exner u. Haschek (39) Funke		Exner u. Haschek (39) Funke	
—		2292 80	1	2273 72	1	2255 73	1	2235 15	1	2211 50	2
—		92 50	1	72 89	1	55 06	1	34 9	1	11 13	1
—		92 08	3	72 34	2	53 94	2?	32 55	1	09 57	1
2291 57	1	91 49	2	71 28	1	53 55	2	32 14	2	09 1	1
—		90 70	1	70 05	1	52 90	1	30 58	2	07 99	2
—		90 42	1	68 81	1	52 45	1	26 40	2	06 30	2
—		89 18	1	68 23	1	52 1	1 u	24 93	2	05 94	1
—		88 69	1	66 88	1	51 40	1	24 47	1	05 61	1
87 91	1	87 93	1	66 61	2	51 21	1	24 14	1	05 16	1
86 25	2	86 25	6R	65 81	1	50 65	1	23 03	2	03 05	2
—		85 88	1	65 4	1?	50 47	1	22 33	1	00 50	1
84 96	1	85 00	1	64 96	1	50 05	1	21 9	1?	2198 38	1
83 65	1	83 65	2	64 27	1	48 74	1	21 6	1	93 70	2
		82 46	1	63 61	1	48 2	1 u	21 35	1	92 59	2
		82 01	2	62 69	1	46 2	1 u	20 45	1	90 79	2
		81 08	1	61 65	1	45 20	3	20 18	2	89 07	1
		80 56	2	61 39	1	44 50	1	19 95	1	87 13	1
		79 13	1	60 10	3	43 95	1	19 14	1	82 09	1
		78 57	1	59 21	1	43 0	1	17 77	1	81 8	1
		78 06	1	58 72	1	41 71	1	17 35	1 d	80 25	1
		77 01	1	57 9	1 u	41 30	1	16 52	2?	78 7	1
		76 65	1	56 82	3	40 20	1	14 87	1	75 25	1?
		75 51	1	56 21	1?	39 85	1	13 95	1	74 13	1
		74 61	1	56 10	1	36 88	1	13 26	1	73 44	1

2. Bandenspectrum.

Lecoq [8] findet zuerst, dass das Chlorid in der Bunsenflamme zahlreiche Banden giebt, deren stärkste und brechbarste bei 4518 liege, daneben zwei Linien bei 5736 und 5675, welche dick und unscharf nach Roth seien. Da diese Linien sonst nie beobachtet sind, handelt es sich vielleicht auch um Kanten. Die Banden sollen deutlicher werden, wenn der Flamme Salzsäure zugefügt wird, danach kann es sich vielleicht um Banden einer Chlorverbindung handeln, doch können die Banden auch vom Metall selbst herrühren. Lockyer [17] erhält in der Sauerstoffgasflamme nach Roth abschattirte Banden, deren Kanten bei 5460, 5170, 4920, 4700 liegen. Es ist natürlich unbekannt, ob es sich um dieselben Banden wie bei Lecoq handelt, doch würde 4518 mit den genannten in eine Serie einigermaassen passen. — Hartley und Ramage [32] theilen nur mit, dass sie in der Knallgasflamme Banden erhalten haben, die wahrscheinlich zum Metall selbst gehörten. — Ob das continuirliche Spectrum, welches Hagenbach und Konen [39] in der Flamme photographirt haben, und das continuirliche Spectrum, welches Lockyer und Roberts [9] in Absorption durch Co-Dämpfe erhalten, mit den Banden etwas zu thun haben, ist unbekannt.

CORONIUM.

Bekanntlich zeigt die Corona der Sonne unter anderen eine starke grüne Linie in Emission, die im Jahre 1869 ziemlich gleichzeitig von Lockyer[1]) und Young[2]) entdeckt wurde. Sie entspricht der Ablesung 1474 der Kirchhoffschen Scala des Sonnenspectrums und wurde lange Zeit, da der chemische Ursprung unbekannt war, die Linie 1474 K oder die Coronalinie genannt. Kurz vorher hatte Winlock[3]) rohe Messungen von Nordlicht-Linien veröffentlicht, von denen eine auf 1473 fiel, daher nahmen anfangs Lockyer und Young Identität beider an, was sich aber bald als falsch herausstellte. Längere Zeit wurde sie auch für eine Eisenlinie gehalten.

Die Linie kann entweder von einem bekannten Element unter Bedingungen emittirt werden, welche sich im Laboratorium noch nicht herstellen liessen, oder wahrscheinlicher von einem unbekannten Elemente, welches ein ausserordentlich leichtes Gas sein musste. Man hat dies hypothetische Element Coronium genannt.

Bei Untersuchung vulkanischer Producte, Gasen der Solfatara, Fumarolen des Vesuvs u. s. w. finden Nasini, Anderlini und Salvadori[4]) wiederholt eine Linie bei 5315 resp. 5317, die nahe an die Stelle 1474 K fällt, und sprechen die Vermuthung aus, dass damit möglicher Weise Coronium auf der Erde nachgewiesen sei. Für die Coronalinie nahm man 5316.87 an.

Dann aber fanden Lockyer, Campbell und Andere[5]), dass dies eine Linie der Chromosphäre sei, dass die Wellenlänge der Coronalinie 5303.26 betrage.

Liveing und Dewar[6]) verflüssigen Luft durch flüssigen Wasserstoff, in dem nicht condensirbaren Theil sehen sie eine schwache Linie bei 5304, die möglicher Weise zu Coronium gehören könnte.

---

1) J. N. Lockyer, The recent total eclipse of the sun. Nat. **1** p. 14—15 (1869).

2) C. A. Young, Spectroscopic observations of the sun. Nat. **1** p. 172—173 (1869), On a new method of observing contacts at the sun's limb, and other spectroscopic observations during the recent eclipse. Amer. J. (2) **48** p. 370—378 (1869), siehe auch Nat. **1** p. 532—533 (1870).

3) J. Winlock, Amer. J. (2) **48** p. 123, 404—405 (1869).

4) R. Nasini, F. Anderlini e R. Salvadori, Sulla probabile presenza del Coronio e di nuovi elementi nei gas della Solfatara di Pozzuoli e del Vesuvio. Acc. Lincei, Rend. (5) **7**, II p. 73—74 (1898), siehe auch Acc. Lincei Mem. fisiche (5) **5** p. 25—82 (1904).

5) W. W. Campbell, The wave-length of the green coronal line. Astrophys. J. **10** p. 186—192 (1899).

6) G. D. Liveing and J. Dewar, On the spectrum of the more volatile gases of atmospheric air. Proc. Roy. Soc. **67** p. 467—474 (1900).

CHROM (Cr = 52.1)

Literatur

[1] G. Kirchhoff, Untersuchungen über das Sonnenspectrum und die Spectra der chemischen Elemente. Abhandl. Berl. Akad. 1861 p. 63—95, 1863 p. 227—240.

[2] W. A. Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the photographic effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark. Phil. Trans. 152, II p. 861—887 (1862). Funke, Ultraviolett.

[3] F. Gottschalk u. E. Drechsel, Ueber das Spectrum der Chlorchromsaure. J. f. pract. Chem. 89 p. 473—476 (1863).

[4] W. Huggins, On the spectra of some of the chemical elements. Phil. Trans. 154, II p. 139—160 (1864). Funke.

[5] A. Mitscherlich, Ueber die Spectra der Verbindungen und der einfachen Korper. Pogg. Ann. 121 p. 459—488 (1864).

[6] R. Thalen, Om spectralanalys. Upsala Univers. årsskrift 1866. Funke.

[7] R. Thalen, Memoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies métalliques. Nova acta reg. soc. sc. Upsal. (3) 6 (1868). Funkenspectrum.

[8] G. J. Stoney and J. E. Reynolds, On the absorption-spectrum of chlorochromic anhydride. Phil. Mag. (4) 42 p. 41—52 (1871).

[9] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux. Paris 1874. Funke nach Lösung.

[10] J. N. Lockyer and W. Ch. Roberts, On the absorption spectra of metals volatilized by the oxyhydrogen flame. Proc. Roy. Soc. 23 p. 344—349 (1875). Absorption durch Dampfe.

[11] A. Gouy, Sur les caracteres des flammes chargées de poussière saline. C. R. 85 p. 439—442 (1877). Salzstaub in Flamme.

[12] G. Ciamician, Ueber die Spectren der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen. Wien. Ber. 76, II p. 499—517 (1877). Funke nach Lösung.

[13] J. Parry and A. E. Tucker, On the application of the spectroscope to the analysis of iron and steel. Engineering 27 p. 127—128, 429—430, 28 p. 141—142 (1879). Funke nach Losung.

[14] G. D. Liveing and J. Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours. Proc. Roy. Soc. 32 p. 402—405 (1881).

[15] J. N. Lockyer, Researches in spectrum analysis in connection with the spectrum of the sun. V. Phil. Trans. 172, III p. 561—576 (1881). Bogenspectrum 400—390 $\mu\mu$.

[16] G. D. Liveing and J. Dewar, Spectroscopic studies on gaseous explosions. Proc. Roy. Soc. 36 p. 471—478 (1884), Phil. Mag. (5) 18 p. 161—173 (1884).

[17] J. N. Lockyer, Researches on the spectra of meteorites. Proc. Roy. Soc. 43 p. 117—156 (1887). In Flammen, Banden.

[18] V. Schumann, Zur Photographie der brechbarsten Strahlen. Photogr. Rundschau 41 p. 71—80 (1890). Kurze Wellenlängen.

[19] Fr. Mc Clean, Comparative photographic spectra of the sun and of the metals. Monthly Not. 52 p. 22—23 (1891). Atlas. Funkenspectrum.

[20] W. N. Hartley, Flame spectra at high temperatures. Part I. Oxyhydrogen blow-pipe spectra. Phil. Trans. A 185 p. 161—222 (1894). In Knallgasflamme.

[21] B Hasselberg, Untersuchungen uber die Spectra der Metalle im electrischen Flammenbogen I Spectrum des Chroms Kgl Svenska Vet Ak Handl **26** (1894)

[22] E. Demarçay, Spectres electriques, Paris 1895 Funke nach Losung

[23] H A Rowland, Preliminary table of solar spectrum wave-lengths Chicago 1896—1898

[24] Fr Exner u E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **106**, IIa p 1127—1152 (1897)

[25] W J Humphreys, Changes in the wave-frequencies of the lines of emission spectra of the elements Astrophys J **6** p 169—232 (1897) Druckverschiebung

[26] A de Gramont, Analyse spectrale de quelques mineraux non conducteurs par les sels fondus et reactions des elements C R **126** p 1513—1515 (1898), Bull soc française de Minéral (1898)

[27] J N Lockyer, Preliminary table of wave-lengths of enhanced lines Proc Roy Soc **65** p 451—461 (1899)

[28] W E Adeney, Photographs of spark spectra from the large Rowland spectrometer Trans Roy Dublin Soc (2) **7** p 331—338 (1901) Funkenspectrum

[29] O Lohse, Funkenspectra einiger Metalle Publ Observ Potsdam **12** p 109—208 (1902)

[30] Fr Exner u E Haschek, Tabellen der Funkenspectra, Wien 1902

[31] Sir N. Lockyer and F E Baxandall, Enhanced lines of titanium, iron and chromium in the Fraunhoferic spectrum Proc Roy Soc **74** p 255—267 (1904)

[32] Ch de Watteville, On flame spectra Phil Trans A **204** p 139—168 (1904); auch Thèse de la faculte de Paris 1904

[33] B Kabitz, Ueber die Absorptionsspectren der Chlorsauren Dissert Bonn 1904

[34] Fr Exner u E Haschek, Tabellen der Bogenspectra, Wien 1904

[35] R E Loving, The arc in high vacua Astrophys J **22** p 285—304 (1905)

[36] A Hagenbach u H Konen, Atlas der Emissionsspectra Jena 1905

[37] P G Nutting, Line structure Astrophys J **23** p 64—78 (1906)

[38] J E Purvis, The influence of a strong magnetic field Proc Cambridge Phil Soc **14**, I p 41—84 (1906) Zeeman-Effect

[39] Sir Norman Lockyer, Tables of wave-lengths of enhanced lines Solar physics committee 1906

[40] Lord Blythwood and W A Scoble, Photographs of certain arc spectra from λ 5800 to λ 8500 Astrophys J **24** p 125—127 (1906) Rothe Linien

[41] J Clodius, Die Wellenlangen des Elementes Chrom im electrischen Flammenbogen Dissert Bonn 1906

[42] W Miller, Zeeman-Effect an Magnesium, Calcium, Strontium Dissert Göttingen 1906 Ann d Phys (4) **24** p 105—136 (1907)

[43] A. de Gramont, Sur les raies ultimes ou de grande sensibilité des métaux, dans les spectres de dissociation C R **144** p 1101—1104 (1907) Hauptlinien

[44] J H Pollock and A G G Leonard, On the quantitative spectra of iron . Proc Roy Dublin Soc (2) **11** p 217—228 (1907)

[45] W J Humphreys, Arc spectra under heavy pressure Astrophys J **26** p 18 bis 35 (1907) Druckverschiebung

[46] W Hartmann Das Zeeman-Phanomen im sichtbaren Spectrum von Cu, Fe, Au und Cr Dissert Halle 1907

[47] L Stuting, Untersuchungen uber den rothen Theil der Bogenspectren von Nickel, Cobalt und Chrom Dissert Bonn 1909, Zs f wiss Photogr **7** p 73—87 (1909) Rothes Bogenspectrum

[48] H Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldampfen Dissert Bonn 1909, Zs f wiss Photogr **7** p 89—112 (1909)

[49] F L Cooper, Measurements of wave-lengths of the spark spectra of chromium and calcium, also of the arc spectra Astrophys J **29** p 329—364 (1909) Funkenspectrum

[50] H Finger, Ein Beitrag zur Kenntniss des Einflusses des Mediums auf die Linien in Funkenspectren Dissert Munster 1909, Zs f wiss Photogr **7** p 330—356, 369—392 (1909) Funke im Wasser

[51] A Dufour, Observations, faite parallelement aux lignes de force, des dissymetries de positions et d'intensités des composantes magnétiques de certaines raies d'émission, nouveau type de dissymetrie de position C R **148** p 1594—1596 (1909) Zeeman-Effect

[52] L Janicki, Die Beschaffenheit der Spectrallinien der Elemente I Ann d Phys (4) **29** p 833—868 (1909) Structur der Linien

Zuerst hat Kirchhoff [1] das Funkenspectrum des Cr untersucht Ihm folgt Miller [2] mit einer kleinen Photographie des ultravioletten Theils, dann Huggins [4] mit dem sichtbaren Spectrum Thalén liefert erst [6] eine Zeichnung, dann [7] die erste Messung in Wellenlangen des sichtbaren Theiles

Gottschalk und Drechsel [3] lassen uber Chlorchromsaure Sauerstoff streichen, verbrennen dann das Gas mit Leuchtgas und finden in der Flamme ein Spectrum, das aus Bandern, namentlich im Gelb und Grun besteht Sie geben eine Zeichnung

Mitscherlich [5] erhalt durch Funken nach der Chloridlosung ein Verbindungsspectrum, von dem er nicht weiss, ob es zum Oxyd oder Chlorid gehört Auch Lecoq [9] erhalt auf diese Weise von verschiedenen Chlorverbindungen Banden und Linien, wahrend Demarçay [22] keine Banden sieht

Stoney und Reynolds [8] besprechen das Absorptionsspectrum der Chlorchromsaure, welches spater Kabitz [33] genauer untersucht Vergleiche dazu Bd III p 367

Der Dampf von Cr soll nach Lockyer und Roberts [10] in Absorption ein cannelirtes Spectrum zeigen — Gouy [11] bringt Salzstaub in die Bunsenflamme und beobachtet am inneren Conus die Linien des Funkenspectrums

Ciamician [12] untersucht wieder das Funkenspectrum nach Lösung, findet viele Banden, von denen leider nur eine Zeichnung gegeben wird Auch Parry und Tucker [13] geben eine kleine unbrauchbare Zeichnung

Lockyer [15] misst das Bogenspectrum zwischen λ 400 und λ 390 $\mu\mu$ Dann [17] findet er in der Sauerstoff-Leuchtgasflamme einige Banden Liveing und Dewar [14] beobachten die Umkehrung mancher Linien, ferner [16] sehen sie in explodirendem Knallgas, dem Metallstaub beigemischt ist, zahlreiche Emissionslinien

Schumann [18] theilt mit, dass auch Cr viele Linien im Gebiet der Schumannschen Strahlen besitze — Mc Clean [19] veroffentlicht eine Photographie des Funkenspectrums von 570 bis 380, Hasselberg [21] misst das Bogenspectrum von 5800 bis 3324

Hartley [20] untersucht in der Knallgasflamme, er erhalt vom Metall nur zwei Triplets, vom Trioxyd noch ein continuirliches Spectrum, welches von etwa 589 bis 382 reicht Auf der Photographie sieht indessen das Spectrum nicht ganz continuirlich aus, es wird sich wohl um undeutliche Banden handeln

Rowland [23] fuhrt in seiner Tabelle der Fraunhoferschen Linien eine grosse Anzahl von Cr-Linien an, Messungen am Bogenspectrum, Exner und Haschek [24, 30] geben Tabellen des Funkenspectrums, spater [34] auch des Bogenspectrums, Adeney [28] veroffentlicht eine Photographie des Funken-

spectrums, Lohse [29] misst ein Stück desselben Spectrums Hagenbach und Konen [36] geben in ihrem Atlas Abbildungen des Funken- und Bogenspectrums In letzterem sieht man auch Banden, namentlich die beiden Kanten bei 605 und 557 $\mu\mu$ — Eine Photographie des langwelligen Theils veröffentlichen auch Lord Blythwood und Scoble [40] zwischen 612 und 750 $\mu\mu$, hier sieht man sehr deutlich eine grössere Anzahl nach Roth abschattirter Banden Endlich veröffentlicht Clodius [41] eine Tabelle des Bogenspectrums, Stuting [47] liefert den langwelligen Theil Cooper [49] misst das Funkenspectrum zwischen 6661 und 2132 angeblich nach den Normalen von Fabry und Buisson Ich berücksichtige seine Zahlen nicht, da begründete Bedenken gegen ihre Richtigkeit vorliegen — Finger [50] untersucht Funken im Wasser

A de Gramont [26] untersucht die Funkenspectra geschmolzener chromhaltiger Mineralien, später [43] theilt er mit, bei Abnahme des Chromgehaltes blieben zuletzt die Linien 3605, 3593, 3578 übrig — Humphreys [25, 45] misst die Druckverschiebung — Lockyer hat zu wiederholten Malen die enhanced lines herausgesucht [27, 31, 39] — de Watteville [32] bringt Salzstaub in die Flamme, er findet neben vier Triplets ein starkes continuirliches Spectrum, welches bis 330 $\mu\mu$ reicht

Loving [35] erzeugt den Bogen im Vacuum und misst die Intensitäten vieler Linien, die sowohl vom gewöhnlichen Bogen- als vom Funkenspectrum abweichen — Nutting [37] findet, dass die Bogenlinien des Cr im Allgemeinen alle einfach sind, bei stärkerem Strom kehren sich einige um Als variabel werden angeführt 5208, 5206, 5204, 4666, die Gruppe bei 454 und die starken Linien bei 43 Janicki [52] findet alle Linien einfach, wenn auch bei einigen unsymmetrische Selbstumkehr eintritt, namentlich bei 4289, 4274, 4254

Der Zeeman-Effect ist mehrfach untersucht von Purvis [38], Miller [42], Hartmann [46], Dufour [51] — Pollock und Leonard [44] untersuchen, welche Linien beim Funken nach immer stärker verdünnten Lösungen schliesslich übrig bleiben, bei einer Lösung von 0 01 % sind es die beiden Triplets bei 4289 und 2843 — Geisler [48] zeigt, dass auch Cr-Linien anomale Dispersion erzeugen

In der Tabelle sind die Zahlen von Hasselberg für die Intensität verdoppelt

Stuting a) (47) Bogen	
7462 7	5
00 6	5
7356 4	5
6978 7	5

Stuting a) (47) Bogen		Rowland (23) Bogen
6924 6	5	6925 134?
6882 1	5	6883 325
—		82 784
—		81 983

Stuting a) (47) Bogen		Rowland (23) Bogen
6789 169	3	—
62 486	3	—
57 788	3	—
51 278	3	—

a) Die Messungen von Stuting beziehen sich auf die Normalen von Fabry und Buisson — Die ersten sechs Linien bilden zwei Triplets, jede Linie ist mehrfach, die letzte hat Rowland aufgelöst gemessen

Stuting [a]) (47) Bogen	Rowland (23) Bogen	Huggins (4) Funke
6746 599 3	—	—
44 667 3	—	—
34 149 2	—	—
15 419 4	—	—
01 633 3	—	—
6677 217 3	—	—
69 232 5	—	—
61 108 7	6661 320	6659
51 886 2	—	—
43 008 3	-	—
30 025 7	30 270	–
12 220 4	—	—
08 870 3	—	—
07 350 3	—	—
6597 655 4	6597 807	—
94 658 5	—	—
86 906 4	—	—
72 880 5	—	—
37 905 6	—	—

Stuting [a]) (47) Bogen	Rowland (23) Bogen	Huggins (4) Funke
6529 166 5	—	—
16 011 5	—	—
01 230 5	—	6499
—	—	6461
—	—	6436
6428 111 5	—	—
21 351 5	—	—
6363 894 8	6363 090	—
30 109 10	30 316	—
27 439 5	—	—
13 198 4	—	—
6261 234 5	—	—
—	—	6157
6135 835 6	6135 985	—
—	—	6116
02 701 6	—	6100
6047 676 4	—	—
45 420 3	—	—
5902 205 4	—	—

Hasselberg (21) Bogen	Clodius (41) Bogen	Rowland (23) Bogen
—	5844 834 3	—
—	5798 085 1	—
5797 02 2	96 970 1	—
92 00 2	91 972 1	—
91 20 8	—	5791 174
88 63 3	88 617 2	88 611
88 15 7	88 170 5	88 141
87 26 3	87 233 2	87 235
—	86 198 3	86 193
86 00 5	85 975 3	85 952
85 21 6	85 230 4	85 188
84 09 6	84 137 5	84 080
83 32 5	83 345 4	83 288
82 01 4	81 996 3	81 967
81 43 4	81 397 3	81 400
81 20 3	—	81 130
53 88 3	53 872 2	53 860
46 65 3	46 632 2	—
38 77 3	38 768 2	—
36 88 2	36 863 1	—
29 42 3	29 411 2	—

Hasselberg (21) Bogen	Clodius (41) Bogen	Rowland (23) Bogen	
5720 06 3	5720 040 2	—	
13 03 5	12 994 3	5712 996	
12 87 3	12 817 2	—	
02 56 5	02 538 3	02 543	
00 75 3	00 748 2	—	
5698 55 6	5698 575 5	5698 555	
94 93 5	94 955 4	94 962	
83 76 2 u	—	—	
82 67 4 u	—	—	
81 39 3 u	81 418 1	—	
74 42 2	74 409 2	—	
64 26 5	64 257 4	64 218	
58 85 3	—	58 884	
49 60 4	49 611 2	49 611	
42 60 3	42 616 2	—	
38 35 2	—	—	
28 87 5	28 862 3	28 867	
5480 71 5	5480 724 3	5480 722	
64 16 5	64 173 3	64 179	4)
42 61 4	42 631 2	42 628	

a) Die Messungen von Stuting beziehen sich auf die Normalen von Fabry und Buisson

4) Nach Lockyer [27, 31, 39] enhanced line

Hasselberg (21) Bogen	Clodius (41) Bogen	Rowland (23) Bogen	
5432 56 2	5432 543 1	—	
09 99 12	09 990 10	5710 000	1) 3) 6)
05 22 4	05 205 3	05 192	
00 82 6	—	00 831	
5391 57 4	5391 543 2	—	
90 60 4	90 585 3	5390 573	
87 76 5	87 758 4	87 769	
87 17 5	87 172 4	87 165	
77 82 2	—	—	
73 92 3	—	73 905	
—	—	71 656?	
70 57 3	70 567 1	70 522	
68 73 3	68 750 2	—	
—	53 864 2	53 571	
—	51 335 1?	—	
48 50 10	48 523 9	48 511	3) 5) 6)
45 98 10	46 000 10	45 991	5) 6)
44 98 3	44 986 2	44 942	
—	43 178 1?	—	
40 66 4	40 662 3	40 639	1)
29 91 5	29 940 3	29 975	5)
29 30 6u	29 313 6	29 329	5)
28 50 10u	28 516 8	28 515	5) 6)
18 97 4U	18 967 3	18 955	1)
13 05 4	13 069 3	13 031	
04 37 4	04 373 3	04 355	
00 90 7	00 934 5	00 929	
5298 43 10	5298 459 6	5298 455	1) 3) 6)
98 14 6u	98 170 4	98 194	3)
97 52 7u	97 539 5	97 555	3)
—	—	97 409	
96 86 10	96 873 6	96 872	5) 6)
93 57 2	93 551 2	—	
87 36 3	87 381 1	87 351	
80 48 3	80 465 1	80 458	4)
76 20 8	76 213 2	76 237?	1)
75 85 6	75 773 2	75 926	
75 31 8	75 345 5	75 340	
73 57 4	—	73 558	6)
72 17 4	72 196 2	72 171	
65 88 8	65 893 5	65 893	1) 6)
65 31 5	65 345 3	65 321	

Hasselberg (21) Bogen	Clodius (41) Bogen	Rowland (23) Bogen	
5264 32 10	5264 335 6	5264 329	5) 6)
61 91 4	61 905 3	61 876	
55 27 6	55 308 3	55 295	
55 08 5	55 096 3	—	6)
47 68 8	47 746 5	47 737	5) 6)
43 53 4	43 560 3	43 526	
41 62 2	41 635 1	—	
40 62 2	40 633 1	—	
39 13 4	39 135 3	39 137	
—	37 498 3	37 493?	4)
—	30 387 1	30 382	
28 25 3	28 256 1	28 268	
27 04 3	—	27 043	
25 98 3	25 985 1	25 974	
25 17 3	25 184 2	25 198	
25 08 6	25 101 5	25 101	
24 70 3	24 741 2	24 712	
24 22 2	24 232 1	24 239	
22 83 2	22 851 1	22 849	
—	22 556 2	22 556	
21 90 4	21 912 2	21 928	
21 06 3	21 159 1	21 197	
14 30 3	14 305 2	11 286	4)
—	11 419 1?	—	
—	09 888 1?	—	
08 58 12R	08 599 6	08 596	1) 5) 6) 7)
06 20 12R	06 229 7	06 215	1) 3) 5) 6) 7)
04 67 12R	04 687 6	04 680	1) 3) 5) 6) 7)
00 33 3	00 355 2	00 355	
5196 60 6	5196 630 2	5196 613	
93 66 3	93 665 1	93 669	
92 17 5	92 192 2	92 155	
84 73 4	84 742 2	84 738	
77 58 4	77 609 2	—	
66 41 5	—	66 454	
61 98 3	—	—	
44 87 3	—	44 847	
42 46 2	—	—	
39 82 5	—	39 817	
23 64 4	23 651 2	23 641	
22 98 2	22 977 1	—	
22 30 3	22 301 1	22 299	

1) Von Lecoq [9] im Funken nach Chloridlösung gemessen
3) Von Humphreys [25,45] auf Druckverschiebung untersucht
4) Nach Lockyer [27, 31, 39] enhanced lines, er giebt ausserdem noch 5421 5, 5338 4, 5335 5, 5311 3, 5308 8, 5306 3, 5232 7, 5137 2
5) Für Zeeman-Effect untersucht
6) Zeigt nach Geisler [46] anomale Dispersion
7) Nach de Watteville [32] in Flamme mit Pulverisator gesehen

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	
5113 31	3	5113 290	1	5113 298	
12 70	2	—		—	
10 93	4	10 934	2	10 938	
5092 08	2	5092 041	1	—	
—		—		5091 146	
78 92	2	—		—	
73 10	4	73 102	3	73 114	
68 50	2	68 488	1	68 485	
67 90	4	67 879	3	67,874	
66 10	3	66 066	2	66 078	
52 10	4	52 083	2	52 084	
48 96	2	—		-	
22 12	2	—		22 108	
13 48	5	13 497	4	13 479	
04 60	2	—		04 547	
4986 16	2	4986 146	1	4986 165	
65 02	5	65 094	3	65 107	6)
54 92	6	54 978	4	54 986	6)
53 87	2	53 900	1	—	
42 63	6	42 658	4	42 660	6)
36 51	6	36 506	4	36 512	6)
30 36	3	—		—	
22 10	7	22 440	4	22 446	2) 5) 6)
21 11	4	—		—	
—		—		06 952	
03 40	5	—		03 440	6)
4888 69	4	4888 708	2	4888 706	
87 15	6	87 184	3	87 187	2) 5) 6)
86 11	3	86 132	1	86 132	
85 92	5	85 949	2	85 955	
85 12	3	—		—	
74 81	2 ?	—		—	5)
70 96	7	70 986	3	70 996	2) 5) 6)
62 00	6	62 020	3	62 029	2) 6)
61 38	4	61 377	2	—	
57 50	2	—		—	
55 32	2	—		—	
51 65	3	—		—	
—		—		49 845	
48 39	2	—		—	4) 5)
37 00	3	37 047	2	37 044	

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	
4831 79	3	—		—	
29 56	6	4829 547	4	4829 551	2) 5)
24 31	2	—		—	2) 4)
24 10	2	—		—	
16 31	3	16 312	1	—	
14 44	3	14 451	1	—	
10 91	3	10 921	1	—	
—		—		07 725	
06 44	3	06 470	1	—	
01 17	6	01 209	4	01 213	2) 5) 6)
4796 29	4	4796 369	2	4796 373	
92 61	6	92 695	3	92 702	2) 3)
90 44	4	90 528	1	90 522	
89 45	7	89 524	4	89 528	2) 5)
83 16	3 u	—		—	
75 25	3	75 316	1	—	
74 63	2	—		—	
70 80	2	70 880	1	—	
67 98	4	68 045	2	68 049	2)
67 40	3	—		—	
66 77	4	66 827	1	66 827	
64 81	3	64 825	1	—	
64 45	5	64 479	3	64 479	2)
61 43	2	—		—	
57 76	3	—		—	
57 49	3	—		—	
56 30	6	56 298	5	56 300	2) 3) 5)
55 36	3	55 338	1	—	
54 95	3	54 943	1	—	
54 10	2	—		—	
52 27	5	52 272	3	—	2)
45 48	4	45 497	2	45 500	
43 30	2	—		—	
41 27	2	41 271	1	—	
37 50	6	37 535	4	37 540	2) 5)
30 88	6	30 893	5	30 897	2) 3)
29 89	4	29 914	3	29 864	3)
27 33	5	27 340	4	27 337	2)
24 60	5	24 595	4	—	
23 28	5	23 291	4	23 294	2)
22 90	3	22 913	1	—	

2) Von Demarçay [22] in Funke nach Chloridlösung gemessen

3) Von Humphreys [25,45] auf Druckverschiebung untersucht

4) Nach Lockyer [27, 31, 39] enhanced lines, er giebt ausserdem noch 5097 2, 5085 9, 4952 6, 4912 5, 4901 8, 4884 4, 4876 59, 4864 47, 4856 37, 4836 40, 4812 72

5) Für Zeeman-Effect untersucht

6) Zeigt nach Geisler [48] anomale Dispersion

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner u Haschek (34) Bogen		
4718 57	8	4718 608	6	4718 601			2) 5) 6)
17 87	3	17 896	1	—			
08 16	8	08 209	6	08 196			2) 6)
06 25	3	06 273	1	—			
00 77	4	00 787	3	00 795			
4699 76	3	4699 760	1	—			
99 12	3	—		—			
98 77	6	98 786	4	4698 798	4698 71	5 d	2) 6)
98 60	6	98 650	3	98 641	—		
97 57	3	97 575	1	—	—		
97 20	5	97 232	3	97 230	97 26	2	2)
95 32	4	95 333	2	95 331	95 35	1	
94 12	5	94 119	3	94 125	94 15	2	2)
89 54	6	89 542	4	89 540	89 55	3	2)
86 38	3	—		—	—		
84 77	3	—		—	—		
81 01	4	81 036	3	81 037	81 08	1	
80 65	4	80 677	2	80 658	80 70	2	2) 3)
73 30	3	—		—	73 37	1	
69 86	3	—		—	—		
69 50	5	69 508	2	69 504	69 52	2	2)
67 36	4	67 348	2	67 339	67 34	1	
66 67	6	66 670	4	66 655	66 71	2	2)
66 35	5	66 384	3	66 387	66 40	1	
66 07	5	66 085	3	66 076	66 10	1	
64 94	6	64 967	4	64 965	64 99	4	2) 6)
63 98	6	64 004	4	63 399	64 03	4	
63 47	6	63 511	3	63 492	63 53	3	
57 00	3	56 993	1	—	—		
56 61	3	56 363	2	56 365	56 39	1	
56 34	4	—		—	—		
54 90	5	—		—	54 94	2	
54 24	4 U	54 293	1	54 912	54 3	1 u	
52 31	9	52 335	9	52 343	52 38	10	1) 2) 3) 5) 6)
51 44	9	51 462	8	51 461	51 49	8	1) 2) 3)
49 58	5	49 631	4	49 613	49 61	2	
49 04	5	49 036	3	49 031	49 01	2	
48 27	4	48 290	3	48 297	48 29	2	
48 00	3	—		—	—		
46 96	3	46 982	2	46 962	46 99	1	5)
—		46 682	1	46 676	—		
46 33	9	46 350	10 R	46 347	46 35	10	2) 3) 5) 6)
42 21	3	24 174	1	—	42 17	1	3)

1) Von Lecoq [9] im Funken nach Chloridlosung gemessen
2) Von Demarçay [22] in Funke nach Chloridlosung gemessen
3) Von Humphıeys [25, 45] auf Druckverschiebung untersucht
5) Für Zeeman-Effect untersucht
6) Zeigt nach Geisler [48] anomale Dıspeısıon

asselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
39.85	3	4639 870	1?	—	—				3)
39.69	4	39 708	3	4639 679	4639 71	2			
37 92	5	37 940	2	37 938	37 92	2			2)
37.35	5	37 353	3	37 352	37 31	2			2)
34.23	3	—		—	—				
33.45	4	33 457	1	33 432	33 44	1			4)
32.32	4	33 346	1	32 320	32 31	1			
—		—		28 637	28 61	1			
27.83	2	—		—	—				
26.31	8	26 356	8	26 358	26 35	10			2) 3) 5)
26.07	3	26 095	1	26 096	—				
25.46	2	—		—	—				
—		24 754	1	—	24 75	1			
22.89	4	22 929	3	22 929	22 95	2			2)
22.60	6	22 662	3	22 627	22 62	2			
—		—		22 128	—				
22.07	6	22 098	4r	22 065	22 10	3			6)
19.70	5	19 711	5	19 711	19 70	3			2)
16.28	8	16 301	9	16 305	16 28	10			2)
14.92	3	14 912	1	—	14 90	1			2) 3) 5)
14.70	3	14 700	1	—	14 70	1			
14.34	3	14 331	1	—	14 30	1			
13.54	7	13 537	7	13 541	13 53	6			2) 3) 6)
12.15	3	12 131	1	12 138	12 15	1			
—		—		11 368	—				
10.07	3	10 089	1	—	10 07	1			
06.55	3	06 553	2	—	—				
01.18	4	01 194	3	01 207	01 21	2	4601 2	2 u	
00.92	8	00 926	7	00 932	00 90	6	00 92	5	2) 3) 5) 6)
00.25	5	00 282	3	00 279	00 30	2	00 28	2	
98.60	3	4598 620	2	—	4598 64	1	4598 60	1	
—		—		4596 589	—		—		
95.78	6	95 764	4	95 770	95 79	2	95 75	2	2)
94.57	3	—		—	—		92 8	1 u	
—		—		92 231	—		92 25	2	4)
91.56	8	91 567	8	91 574	91 61	8	91 59	4	2) 3) 6)
90.88	3	—		—	—		—		
88.38	3	88 371	1	—	88 40	1	88 43	15	2) 4) 5)
86.31	4	86 307	2	86 408	86 34	1	86 31	1	5)
85.23	3	85 244	1	—	85 25	1	85 2	1 u	2)
85.08	3	—		—	—		—		

2) Von Demarçay [22] im Funke nach Chloridlosung gemessen

3) Von Humphreys [25, 45] auf Druckverschiebung untersucht

4) Nach Lockyer [27, 31, 39] enhanced lines, er giebt ausserdem noch 4618 97, 31.

5) Fur Zeeman-Effect untersucht

6) Zeigt nach Geisler [48] anomale Dispersion

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
4584 25	3	4584 263	2	—	4584 30	1	4581 27	1	
84 02	3	—		—	—		—		
81 22	3	81 183	1	—	81 27	1	—		
80 22	7	80 218	8	4580 228	80 26	8	80 24	4	2) 4)) 6)
78 55	3	78 498	2	—	78 50	1	78 38	1	
75 26	4	75 278	4	—	75 30	2	75 28	1	2)
74 63	2	—		—	—		—		
71 85	6	71 833	5	71 849	71 89	4	71 89	3	2)
71 27	3	—		—	71 30	1?	—		
69 76	7	69 785	6	69 788	69 80	3	69 79	2	2)
—		—		69 693	-		—		
—		—		—	—		65 95	1	
65 71	6	65 675	6	65 688	65 70	4	65 69	2	2)
64 36	4	64 339	2	—	64 36	1	64 35	2	2)
63 82	5	63 832	1	—	63 86	1	63 81	1	
63 43	3	63 450	1	—	63 5	1	63 45	1	
58 81	4	58 817	2	58 827?	58 86	1	58 89	20	2) 4) 5)
56 32	5	—		56 306	56 38	3	56 33	1	2)
55 45	3	55 482	1	—	55 50	1	—		
—		55 255	1	—	55 25	1	55 17	3	4)
54 98	4	55 008	2	—	55 01	1	—		
54 10	3	—		—	—		54 13	1	
46 15	8	46 127	8	46 129	46 11	8	46 13	6	2) 3) 5)
45 51	5	45 509	2	45 507	45 50	2	45 51	1	2)
44 77	7	44 784	7	44 788	44 77	4	44 79	5	
43 99	3	43 924	2	—	43 89	1	43 90	1	
42 83	4	42 796	2	42 785	42 76	2	42 79	1	
41 70	4	41 668	2	41 690	41 66	1	41 69	1	2)
41 25	5	41 227	2	41 236	41 22	2	41 24	1	
40 90	8	40 880	6	40 880	40 90	3	40 87	4	
40 70	8	40 663	6	40 672	40 65	3	40 67	3	
39 96	6	39 953	4	39 946	39 92	3	39 95	2	
35 95	8	35 877	6	35 879	35 89	6	35 86	5	2) 3) 5) 6)
35 36	5	35 302	3	35 310	35 33	2	35 30	2	
—		—		—	32 93	1	32 95	1	
30 92	8	30 900	7	30 910	90 91	8	30 90	6	2) 5)
—		—		30 866	—		—		
30 04	5	30 020	3	30 020	30 02	2	30 04	1	
27 65	5	27 624	4	—	—		—		
27 53	6	27 510	4	—	27 58	4	27 57	3	
26 65	8	26 613	8	26 632	26 66	8	26 65	6	2) 4) 6)

2) Von Demarçay [22] in Funke nach Chloridlösung gemessen, er führt ausserdem 4557 0

3) Von Humphreys [25, 45] auf Druckverschiebung untersucht

4) Nach Lockyer [27, 31, 39] enhanced lines

5) Fur Zeeman-Effect untersucht

6) Zeigt nach Geisler [48] anomale Dispersion

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
4526 26	5	4526 272	3	4526 269	4526 28	1	4526 27	1	
25 01	4	25 002	2	—	25 00	1	25 00	1	
22 18	3	22 190	2	—	22 21	1	—		
21 30	4	21 304	2	21 304	21 30	1	21 31	2	2)
15 60	4	15 596	2	—	15 60	1	15 60	1	2)
14 64	5 u	14 695	3	14 662	14 63	2	14 65	2	2)
12 05	6	12 071	6	12 063	12 06	3	12 09	3	2)
—		—		—	10 19	1	10 2	1	
07 00	4	07 015	3	—	06 99	2	07 02	1	2)
01 92	4	01 949	3	—	01 90	1	01 94	1	
01 24	5	01 267	4	01 264	01 25	2	01 26	2	2)
00 42	5	00 454	4	00 451	00 42	3	00 45	2	2)
4498 87	4	4498 897	3	4498 897	4498 87	2	4498 90	2	2)
97 02	7	97 026	8	97 023	97 03	10	97 03	10	2) 3) 5) 6)
95 42	3	95 440	2	—	95 45	1	95 45	1	
92 45	5	92 481	4	92 475	92 49	2	92 49	2	2)
91 99	3	92 026	2	92 016	92 01	1	92 00	2	
91 81	4 u	91 871	2	91 823	91 90	1	—		
90 70	3 u	—		—	—		—		
89 60	4	89 640	3	89 630	89 62	2	89 64	2	2)
88 18	4	88 221	3	88 218	88 21	2	88 21	2	2)
83 01	4	83 046	3	83 039	83 04	2	83 06	2	2)
81 57	3	—		—	—		81 65	1	
80 40	3 d	80 440	1	—	80 45	1	80 49	1	2)
—		77 219	1 u	—	77 20	1	—		
75 47	4 u	75 526	2	75 470	75 50	2	75 52	1	2)
73 91	3	73 937	2	—	73 96	1	73 93	1	
67 72	3	67 734	2	67 721	67 74	1	67 71	1	
66 33	3	66 327	2	—	66 35	1	66 32	1	
65 54	4	65 528	3	65 519	65 53	2	65 51	2	2)
65 31	2	65 316	1	-	—		—		
65 08	4	65 077	1	—	65 09	1	65 16	1	
64 84	3	—		—	64 85	1	64 85	1	
62 98	3	62 946	1	—	62 95	1	62 94	1	
60 95	3	60 958	1	—	60 97	1	—		
59 95	4	59 914	2	—	59 92	2	59 89	1	2)
59 56	3	59 582	1	59 525	59 57	1	—		6)
58 75	5	58 714	4	58 690	58 72	3	58 70	3	2)
43 90	3	43 894	2	—	43 89	1	43 88	1	2)
42 43	3	—		—	—		42 45	1	
—		—		—	34 10	1	34 00	1	
32 93	2	—		—	—		—		
32 30	5	32 338	4	32 330	32 35	2	32 36	2	2)
30 59	4	30 648	2	—	30 72	2	30 66	2	2)

2) Von Demarçay [22] im Funke nach Chloridlösung gemessen
3) Von Humphreys [25, 45] auf Druckverschiebung untersucht
5) Für Zeeman-Effect untersucht
6) Zeigt nach Geisler [46] anomale Dispersion

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
4430 07	3	4430 103	2	—	4430 09	1	4430 15		
28 71	4	28 685	2	4428 711	28 66	1	28 69	1	2)
27 85	2	27 878	1	—	—		—		
25 27	2	25 298	1	—	25 31	1	25 32	1	
24 40	5	24 448	4	24 457	24 47	3	24 48	2	2)
24 20	3	24 243	1	—	—		—		
23 46	3	23 480	1	23 430	23 50	1	23 54	1	2)
22 84	3	—		—	22 77	2 d	22 85	1	
21 12	2	21 147	1	—	—		—		
19 26	2	19 271	1	—	—		—		
—		14 481	1	—	14 55	1	—		
14 00	4	14 027	4	14 011	14 02	2	14 01	2	2)
12 42	4	12 427	4	12 415	12 44	2	12 44	1	2)
11 26	4	11 266	4	11 240	11 35	2	11 25	2	2)
11 15	3	11 156	1	—	—		—		
10 47	4	10 474	3	10 463	10 49	2	10 46	1	
06 45	2	06 455	1	—	—		—		
03 68	4	03 673	3	03 661	03 62	3 d	03 63	3	2)
03 55	4	03 542	2	03 532	—		—		
4399 97	3	4399 984	2	4396 935	00 01	2	00 00	1	2)
97 40	4	97 416	3	—	4397 44	2	4397 44	1	
95 58	3	95 589	1	—	95 61	1	95 60	1	
95 00	2	—		—	—		—		
93 66	3	93 737	1	—	93 74	1	—		
92 41	2	92 420	1	—	92 50	1	—		
91 90	5	91 923	5	91 924	91 93	3	91 93	2	2)
—		—		87 762	—		—		
87 64	4	87 665	4	87 658	87 64	3	87 62	2	2) 6)
87 54	3	87 544	1	87 559	—		—		
85 11	8	85 147	7	85 144	85 15	8	85 14	5	2) 5)
83 04	3	—		—	83 05	1	—		
81 25	4	81 283	4	81 274	81 30	2	81 30	1	2)
80 73	2	80 738	1	—	—		—		
79 93	3	79 954	2	—	79 95	1	79 97	1	
—		—		—	—		78 50	1	
77 73	3	77 724	2	—	77 69	2	77 72	1	
76 95	4	76 962	3	76 942	76 95	2	76 97	2	2)
75 52	5	75 504	4	75 493	75 49	3	75 52	2	2)
74 34	6	74 334	5	74 331	74 32	3	74 37	3	2) 6)
73 83	3	—		—	73 81	1	73 85	1	
73 41	6	73 433	5	73 415	73 42	3	73 45	2	2)
71 44	8	71 454	8	71 442	71 48	10	71 46	8	2) 3) 5) 6)
—		—		—	—		69 05	1	
68 42	3	68 435	2	—	68 45	1	68 40	1	

2) Von Demarçay [22] in Funke nach Chloridlösung gemessen
3) Von Humphreys [25,45] auf Druckverschiebung untersucht
5) Für Zeeman-Effect untersucht
6) Zeigt nach Geisler [48] anomale Dispersion

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
—		—		—	4365 03	1	—		
—		4364 144	1?	—	64 3	1	—		
4363 25	5	63 307	5	4363 267	63 31	3	63 29	2	2) 3)
60 17	3	60 169	3	—	—		—		
59 78	8	59 806	9	59 784	59 82	8	59 80	6	2) 3) 5) 6)
58 86	2?	58 859	1	—	—		—		
57 70	3	57 704	2	—	57 69	1	57 68	1	2)
56 91	3	56 925	1	—	56 95	1	56 94	1	
—		—		—	56 47	1	—		
—		56 283	2	—	56 30	1	—		
—		55 507	1	—	55 5	1 d	—		
—		54 125	1	—	54 13	1	—		
51 91	10	51 963	10	51 930	51 98	15	51 97	10	2) 3) 5) 6)
51 20	8	51 220	8	51 216	51 22	8	51 22	4	5)
		—		—	49 00	1	–		
—		–		—	47 64	1	—		
47 00	5	46 995	4	46 987	46 99	3	46 99	2	2)
—		45 214	1	—	45 27	1	45 29	1	
44 66	9	44 673	9	44 670	44 70	10	44 69	10	2) 3) 5) 6)
—		—		—	43 89	1	—		
43 32	3	43 355	1	43 372	43 35	2	43 34	1	
—		—		—	41 60	1	41 25	1	
40 26	5	40 307	2	40 297	40 31	2	40 30	1	
39 85	8	39 892	7	39 882	39 90	4	39 90	3	2) 6)
39 60	8	39 620	9	39 617	39 62	5	39 60	5	5)
38 95	3	38 949	1	—	38 95	1	39 0	1	
38 56	3	38 565	1	—	38 56	1	38 57	1	
37 70	5	37 733	9	37 725	37 74	10	37 75	8	2) 5)
37 38	4	37 410	2	—	—		—		
32 75	3	32 743	1	—	32 75	1	32 75	1	
25 24	3	25 240	5	25 306	25 25	3	25 26	2	2)
23 70	4	23 683	2	—	23 70	2	23 70	1	2) 4)
		—		22 670	—		—		
21 80	4	21 788	1	—	21 81	1	21 82	1	2)
21 44	3	21 396	1	—	21 44	1	21 44	1	
20 75	3	20 763	1	—	20 78	1	20 81	1	
19 82	1	19 809	3	19 799	19 80	2	—		2)
—		—		—	—		18 83	1	
—		18 063	1	—	18 10	1	18 1	1	
12 65	3?	12 670	1	—	12 65	1	12 65	1	
—		09 878	1	—	09 89	1	—		
07 65	3	-		--	07 67	1	07 1	1	4)

2) Von Demarçay [22] im Funke nach Chloridlösung gemessen
3) Von Humphreys [25,45] auf Druckverschiebung untersucht
4) Nach Lockyer [27, 31, 39] enhanced line
5) Für Zeeman-Effect untersucht
6) Zeigt nach Geisler [48] anomale Dispersion

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
4305 61	4	4305 618	2	4305 614	4305 61	2	4305 66	1	2)
02 95	3	02 930	2	—	—		02 97	1	
—		—		—	—		02 74	1	
01 33	4	01 340	3	—	01 35	2	01 37	2	2) 3)
00 68	4	00 669	2	—	00 66	2	00 69	2	
—		00 137	1	—	00 10	1	00 1	1	
4299 87	4	4299 882	3	—	4299 85	2	4299 95	1	2)
97 91	5	97 903	4	4297 908	97 90	3	97 94	3	2) 3)
97 21	4	97 216	3	97 202	97 21	2	97 26	1	2)
96 81	2	96 827	1	—	96 77	1	—		
96 47	2	96 429	1	—	96 46	1	—		
95 92	5	95 912	5	95 914	95 91	3	95 95	2	2) 3)
93 73	4	93 750	3	93 714	93 73	2	93 76	1	
92 14	4	92 122	3	92 135	92 14	2	92 15	2	2)
89 87	12R	89 896	10R	89 885	89 92	30R	89 89	30	1) 2) 3) 5) 6) 7)
—		88 555	1	—	88 56	1	88 58	1	
84 99	3	85 067	1	—	85 01	1	85 03	1	1, 2)
84 84	3	84 898	2	—	84 90	1	—		
—		—		—	—		84 39	2	4)
—		—		—	—		83 17	1	2) ?
80 53	5	80 564	4	80 556	80 60	3	80 59	3	2) 3)
—		76 148	2	—	76 13	1	76 1	1	
—		—		—	—		75 71	1	
74 91	12R	74 968	10R	74 958	75 01	50R	74 95	30	1) 2) 3) 5) 6) 7)
73 04	4	73 087	3	—	73 10	2	73 10	1	
71 18	4	—		—	71 23	2	71 23	1	
70 08	3	—		—	70 15	1	70 12	1	
—		—		—	—		69 45	1	4)
68 90	3	—		—	68 95	1	68 98	1	2)
66 96	2	66 982	1	66 894	67 01	1	—		
63 28	6	63 299	6	63 290	63 32	3	63 30	3	2) 3)
62 53	3	62 530	1	62 498	62 56	1	—		
62 27	3	62 293	1	62 287	62 30	1	62 15	1	4)
—		—		—	—		62 06	2	
61 77	3	61 767	2	61 679	61 80	1	61 80	1	
61 49	5	61 512	4	61 496	61 51	2	61 53	1	2)
—		—		—	60 40	1	—		
—		—		—	59 30	1	—		
—		57 519	1	—	57 54	1	57 55	1	

1) Von Lecoq [9] im Funken nach Chloridlösung gemessen

2) Von Demarçay [22] in Funke nach Chloridlösung gemessen, er führt ausserdem 4277 2

3) Von Humphreys [25, 45] auf Druckverschiebung untersucht

4) Nach Lockyer [27, 31, 39] enhanced lines

5) Für Zeeman-Effect untersucht

6) Zeigt nach Geisler [48] anomale Dispersion

7) Nach de Watteville [32] in Flamme mit Pulverisator gesehen

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		(30) Funke		
—		4256 804	1	—	4256 78	1	4256 3	1	
4255 65	4	55 656	2	4255 659	55 66	1	55 66	1	
54 49	12R	54 501	10R	54 505	54 52	50R	54 50	50	1) 2) 3) 5) 6) 7)
—		—		—	—		52 81	1	4)
52 37	4	52 393	3	—	52 39	1	52 4	1	
48 84	3	48 884	1	—	48 87	1	48 85	1	
48 47	3	—		—	48 45	1	48 49	1	2)
—		—		—	42 97	1	—		
—		—		—	42 51	1	42 51	5	2) 4)
40 82	5	40 866	5	40 872	40 89	2	40 85	2	2) 3)
39 08	5	—		39 107	39 12	2	39 09	1	2)
37 83	3	37 851	1	—	37 86	1	—		
34 64	3	34 679	1	—	34 66	1	34 62	1	
33 00	3	33 028	1	—	33 03	1	33 40	1	4)
32 35	3	32 397	2	—	32 40	1	32 38	1	
30 61	4	30 637	2	30 560	30 65	1	30 62	1	
—		—		—	—		25 01	2	4)
24 61	4	—		24 673	24 68	1	24 68	1	2)
22 89	4	22 890	3	22 890	22 90	2	22 90	1	2)
21 71	4	22 733	3	21 737	21 74	2	21 73	2	2) 3)
17 75	5	—		17 720	17 75	3	17 76	2	2)
16 50	4	16 515	1	16 516	16 52	2	16 50	1	2)
13 31	3	13 325	2	13 323	—		13 33	1	2)
12 77	4	12 812	2	12 801?	12 34	2	12 82	1	
11 47	4	11 515	3	11 512	11 46	2	11 50	1	2)
09 90	4	09 921	3	09.914	09 89	2	09 90	1	3)
09 50	5	09 529	4	09 521	09 51	2	09 51	3	2) 3)
08 50	4	08 520	2	08 514	08 50	1	08 50	2	2) 3)
07 05	3	07 070	1	07 059	07 05	1	07 06	2	2)
04 61	4	04 630	3	04 622	04 64	2	04 63	2	2) 3)
04 37	3	04 382	1	04 359	04 40	1	—		
03 71	5	03 756	4	03 730	03 75	2	03 75	1	2) 3)
00 27	4	00 276	2	00 261	00 26	2	00 24	1	2)
4198 65	5	4198 696	2	4199 019	4198 68	2	4198 68	2	2) 3)
97 38	4	97 403	3	97 390	97 41	2	97 40	2	2)
—		—		—	—		95 68	1	
95 09	4	95 108	2	95 006	95 10	2	95 11	2	2) 3)
93 80	4	93 828	3	93 836	93 84	2	93 84	2	2) 3)
92 25	4	92 266	2	92 171	92 27	1	92 27	2	2)

1) Von Lecoq [9] im Funken nach Chloridlösung gemessen
2) Von Demarçay [22] in Funke nach Chloridlösung gemessen
3) Von Humphreys [25, 45] auf Druckverschiebung untersucht
4) Nach Lockyer [27, 31, 39] enhanced lines
5) Für Zeeman-Effect untersucht
6) Zeigt nach Geisler [48] anomale Dispersion
7) Nach de Watteville [32] in Flamme mit Pulverisator gesehen

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
4191 90	3	—		—	—		4191 93	1	
91 41	4	4191 436	2	4191 433	4191 45	3	91 45	2	2) 4)
90 32	4	90 305	2	90 287	90 31	2	90 30	2	2) 3)
86 50	3	86 514	2	86 496	86 50	1	86 52	1?	2)
85 50	3	85 506	1	—	85 50	1	85 5	1 u	2)
—		—		85 058	85 10	2	—		
79 37	5	79 416	4	79 408	79 42	3	79 57	2	2) 4)
—		—		—	—		79 44	3	
—		—		—	—		78 1	1 u	
76 09	4	76 105	2	—	76 16	1	76 11	1	2)
75 34	3	75 388	1	75 496	75 40	1	75 42	1	
74 98	5	74 976	3	74 973	75 01	3	74 99	3	2)
72 88	4	—		—	—		72 96	2	2)
71 81	4	—			71 90	2	71 84	1	2) 4)
70 31	4	70 362	2	70 372	70 40	1	70 39	2	
69 94	4	70 003	2	70 009	70 04	1	70 04	2	2)
65 67	5	65 679	3	65 676	65 70	2	65 71	3	2)
63 76	6	63 785	4	63 818	63 81	2	63 81	4	2)
61 55	5	61 585	3	61 571	61 55	2	61 61	3	2)
53 96	6	53 974	5	53 971	54 00	3	54 00	3	2)
53 20	3	53 233	2	53 222	53 23	1	53 25	1	2)
52 89	3	52 946	2	52 927	52 95	1	52 95	1	
—		—		—	—		51 2	1	
—		—		—	—		49 65	1	2)
46 81	3	46 901	1	—	—		45 96	3	2) 4)
—		—		42 629	—		—		
42 31	3	42 345	2	42 330	—		—		2)
—		—		—	—		34 57	1	2)
—		—		—	—		32 60	1	
31 50	4	31 520	2	31 507	31 55	1	31 53	2	2)
—		—		29 476	29 5	2 u	—		
28 53	3	28 547	1	28 658	28 55	1	28 59	1	2)
27 77	4	—			27 81	1	27 84	1	
27 44	4	27 457	5	27 426	27 45	1	27 47	1	
27 05	3	27 075	2	27 070	27 06	1	27 15	1	2)
26 67	6	26 669	5	26 673	26 69	3	26 70	3	2) 4)
26 25	3	—		—	26 3	1	26 30	1	
23 55	4	23 541	3	23 539	23 54	1	23 56	2	2)
22 34	3	22 328	1	22 306	22 35	1	22 36	1	2)
21 96	4	—		21 963	21 98	1	22 01	1	
21 41	4	21 415	2	21 477	—		21 45	1	2)
20 78	4	20 772	3	—	20 78	1	20 79	1	2)
—		—		—	—		13 44	1	

2) Von Demarçay [22] in Funke nach Chloridlösung gemessen, er führt ausserdem 4139 1, 4119 8

3) Von Humphreys [25, 45] auf Druckverschiebung untersucht

4) Nach Lockyer [27, 31, 39] enhanced lines

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
—		—		—	—		4111 19	2	2)
4109 74	4	4109 727	1	4109 734	4109 71	1	09 75	1	2)
08 54	3	08 535	2	—	—		08 57	1	2)
04 90	4	05 022	2	05 019	—		05 05	2	2)
01 31	3	01 301	1	—	—		01 34	1	2)
—		—		—	—		00 01	1	
—		—		—	—		4099 62	1	2)
4099 16	3	4099 185	1	—	4099 21	1	99 20	1	2)
—		—		—	—		98 63	1	
—		—		—	—		93 30	1 u	
—		—		—	—		92 40	1	2)
90 43	3	90 485	1	4090 474	—		90 55	1 u	2)
—		—		—	—		86 34	1	2)
85 15	2	—		—	—		—		
—		—		84 300	—		—		
—		—		—	—		82 53	1	4)
81 88	2	81 894	1	—	—		81 95	1	2)
80 35	3	—		80 368	—		80 45	1	2)
77 81	4	77 846	2	—	77 82	2	—		2) 3)
77 21	4	77 244	2	77 221	77 22	1	77 25	1	2)
76 20	4	76 215	2	76 201	76 10	2	76 12	4	2)
75 01	3	—		75 055	75 02	1	75 05	1	2)
71 13	2	71 146	1	—	71 20	1	71 11	2	2) 4)
—		—		68 555	—		—		
67 94	2	—		—	67 98	1	68 01	1	
67 05	6	—		67 139	67 09	2	67 10	2	2) 3)
65 81	5	65 857	3	65 861	65 88	2	65 88	2	2) 3)
—		—		—	—		64 76	1	
60 77	3	60 785	1	—	60 82	1	60 82	1	2)
58 89	5	58 913	5 r	58 915	58 94	3	58 96	3	2) 3) 4)
—		57 978	1 ?	—	—		—		2)
56 93	2	56 942	1	—	56 95	1	56 96	1	2)
56 17	3	56 217	1	56 221	56 19	1	56 23	1	
—		—		—	55 8	1 u	—		
—		—		—	55 5	1 u	—		
—		—		53 981	—		54 27	1	2)
—		—		—	53 5	1 u	—		
—		—		—	—		52 15	1	4)
51 47	3	51 468	1 u	51 491	51 50	1	51 52	1	4)
—		—		—	51 12	1	—		
50 18	2	50 165	1	—	50 17	1	—		
49 90	3	49 914	1	—	49 92	1	49 93	1	2)
—		—		—	—		49 3	1 u	

2) Von Demarçay [22] im Funke nach Chloridlosung gemessen, er fuhrt ausserdem 4072 4

3) Von Humphreys [25,45] auf Druckverschiebung untersucht

4) Nach Lockyer [27, 31, 39] enhanced lines

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
4048 94	5	4048 923	3	4048 910	4048 94	3	4048 93	2	2) 3)
—		—		48 224	—		—		
46 89	2	46 922	1	46 612	—		—		
44 24	3	—		—	44 30	1	—		
43 85	3	43 844	1	43 839	43 86	1	43 87	1	2)
42 40	2	42 407	1	42 743	42 40	1	—		2)
39 21	5	39 245	4	39 244	39 20	3	39 25	3	2) 3)
—		—		—	—		38 19	2	4)
37 43	3	37 450	2	37 449	37 40	1	37 45	1	2)
33 44	3	—		—	33 44	1	33 46	1	2)
31 26	3	—		—	31 32	1	31 32	1	
30 82	4	—		—	—		30 86	2	2)
28 22	2	28 203	1	—	—		—		
27 24	4	27 250	3	27 253	27 21	2	27 25	2	2) 3)
26 30	4	26 321	3	26 318	26 19	2	26 31	2	2) 3)
25 60	2	25 568	1	25 579	—		—		
25 14	4	25 157	2	25 158	25 12	2	25 17	1	2) 3)
23 90	3	23 897	1	—	23 85	1	23 88	1	2) 3)
22 38	4	22 408	2	22 401	22 40	2	22 43	2	2) 3)
18 36	2	—		—	18 35	1	18 37	1	2)
16 95	2	16 968	1	16 955	—		16 99	1	2)
14 85	2	—		—	14 81	1	14 83	1	2)
12 63	4	12 628	3	12 631	12 61	2	12 67	3	2) 3) 4)
04 11	2	04 087	1	—	04 08	1	04 07	1	2)
—		—		—	—		03 48	2	4)
—		—		—	—		02 68	1	
01 58	4	01 589	3	01 595	01 61	2	01 61	2	2) 3)
3999 85	2	3999 831	1	3999 818 ?	3999 83	1	3999 85	1	2)
—		—		—	—		99 03	1	
—		—		97 258 ?	—		—		
94 10	3	94 118	2	94 160	94 13	2	94 14	1	2)
92 95	5	92 989	3	92 971	92 99	3	93 02	3	2) 3)
91 81	5	91 817	3	91 830	91 82	3	91 84	2	2)
91 26	6	91 279	6	91 333	91 30	5	91 30	4	2) 3) 5)
90 14	4	90 134	3	90 129	90 14	3	90 15	3	2) 3)
84 48	5	84 487	4	84 479	84 50	3	84 51	2	2)
84 02	7	84 071	4	84 059	84 08	4	84 09	5	2) 3) 5)
—		83 391	1	83 341	83 40	1	83 42	1	
81 37	4	81 386	2	81 376	81 41	2	81 40	1	2)
79 99	3	79 950	2	79 936	79 95	1	79 94	1	2)
—		—		—	—		79 66	2	4)
78 81	4	78 827	2	78 809	78 80	2	78 82	1	2)

2) Von Demarçay [22] in Funke nach Chloridlösung gemessen
3) Von Humphreys [25, 45] auf Druckverschiebung untersucht
4) Nach Lockyer [27, 31, 39] enhanced lines
5) Fur Zeeman-Effect untersucht

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		(30) Funke		
3976 81	8	3976 825	10R	3976 839	3976 85	6	3976 83	8	2) 3) 5)
72 85	2	72 843	2	72 830?	72 83	1	72 87	1	2)
71 39	8	—		71 402	71 41	2	71 42	1?	2)
69 89	7	69 899	4	69 899	69 90	5	69 92	8	2) 3) 5)
69 20	4	69 210	2	69 287	69 22	2	69 21	2	
63 82	7	63 842	10R	63 831	63 85	6	63 88	8	2) 3) 5)
60 95	2	60 918	1	60 902	60 91	1	60 91	1	2)
—		—		—	—		58 22	1	2)
53 34	3	53 314	2	53 303	53 30	1	53 30	1	2)
52 56	3	52 552	2	52 549	52 55	1	52 53	1	2)
51 93	2	51 912	1	51 917	51 93	1	51 95	1	
51 26	3	—		51 219	51 26	1	51 25	1	
—		49 765	1	—	49 81	1	49 8	1	
—		—		—	49 00	1	49 00	1	2)
46 15	3	46 109	2	46 101?	46 10	1	46 13	1	2)
45 68	2	45 640	1	45 633?	45 64	1	45 65	1	
—		—		—	—		45 25	1	
—		—		—	—		43 78	1	2)
41 66	5	41 640	4	41 637	41 67	4	41 66	3	2) 3) 5)
—		—		41 323	—		41 33	1	
—		—		—	—		38 5	1 u	
—		—		—	—		37 75	1	
—		—		—	—		36 27	1	2)
—		—		34 508?	34 35	1	—		2)
—		—		29 363	29 85	1	—		
28 79	8	28 789	6	28 783	28 82	5	28 80	3	2) 3) 5)
26 80	4	26 801	1	26 779	26 80	1	26 83	1	2) 3)
23 51	2	23 495	2	—	—		—		2)
21 20	7	21 186	5	21 188	21 21	5	21 20	3	2) 3) 5)
20 25	3	—		—	20 25	1	20 3	1	
—		—		19 956	19 95	1	—		
19 31	9	19 319	10R	19 309	19 32	8	19 36	5	2) 3) 5)
17 75	3	17 744	2	17 731	17 70	1	17 78	1	2)
17 15	2	17 109	1	—	17 09	1	17 18	1	
16 38	6	16 385	4	16 383	16 41	3	16 41	2	2) 3) 5)
15 96	6 u	15 997	3	15 951	15 98	2	16 04	1	2)
15 65	3	15 667	2	15 612	—		15 72	1	
14 45	3	14 478	1	—	14 48	1	14 52	1	2)
—		12 133	2	12 127?	12 10	2	—		2)
—		—		—	—		11 53	1	
08 87	7	08 903	8R	08 900	08 91	5	08 91	3	2) 3) 5)
07 91	4	07 917	1	07 910	07 91	1	07 93	1	
07 40	2	—		—	—		07 50	1	

2) Von Demarçay [22] im Funke nach Chloridlösung gemessen, er führt ausserdem: 3966 4, 3956 4.

3) Von Humphreys [25, 45] auf Druckverschiebung untersucht

5) Für Zeeman Effect untersucht

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
—		—		—	—		3905 81	2	2) 4)
3903 30	5	3903 309	2	3903 302	3903 29	2	03 33	1	2)
03 02	6	03 093	3	03 090	03 05	3	03 09	3	5)
02 22	4 u	02 235	1	—	02 24	1	02 25	1	
3897 83	5 u	3897 802	3	—	3897 79	1	3897 82	1	2)
94 20	6	94 193	3	3894 165	94 20	3	94 21	3	2) 3) 5)
92 07	4 u	92 070	2	92 069	92 06	1	92 12	1	2)
—		—		—	—		91 01	1	2)
86 94	6	86 930	4	86 942	86 92	3 r	86 97	3	2) 3) 5)
85 35	6	85 356	4	85 364	85 36	4	85 39	3	2) 3) 5)
83 78	4	83 795	1	83 778	—		83 85	1	2)
83 41	6	—		—	—		83 48	3	5)
—		—		—	—		82 05	1	
81 37	4 u	81 368	2	—	—		81 45	1	2)
79 39	5 u	79 368	2	79 331	79 39	2	79 41	1	2)
—		—		—	—		75 4	1 u	2)
—		—		74 651	—		74 73	1	2)
—		—		—	—		72 70	1 ?	
—		—		—	—		71 6	1 u	
—		—		—	—		70 4	1 u	2)
68 41	3	—		—	—		68 44	1	2)
—		—		—	—		66 71	1	4)
65 73	3	—		—	—		65 80	1	2) 4)
62 68	3	62 668	1	—	—		62 72	1	2)
60 23	3	—		—	—		—		2)
57 74	6	57 763	4	57 805	57 75	2	57 80	2	2)
56 40	4	—		—	56 41	1	56 47	1	2)
55 75	5	55 711	3	55 450	55 73	2	55 75	1	2)
55 41	4	—		—	55 41	1	55 45	1	
—		—		—	—		55 0	1 u	
54 36	6	54 352	4	—	54 36	2	54 40	2	2)
53 33	3	53 336	2	—	53 34	1	53 36	1	2)
—		—		—	—		52 74	1	
52 33	4	52 342	2	52 347	52 33	2	52 37	1	2)
50 13	7 u	—		50 118	—		50 20	2 r	2)
49 66	4 u	49 660	2	49 675	49 60	2	49 64	2	2)
49 48	5 u	49 490	2	49 501	49 45	2	49 52	2	2)
49 15	5 u	49 119	3	—	49 10	2	49 15	2	2)
41 42	7	41 421	3	41 420	41 43	3	41 46	3	2)
36 22	4	36 221	1	—	36 22	1	36 24	1	2)
34 88	5	34 880	1	—	—		34 91	1	2)
33 62	2	—		—	—		—		2)

2) Von **Demarçay** [22] in Funke nach Chloridlösung gemessen, er führt ausserdem 3877 6, 3863 8, 3858 9

3) Von **Humphreys** [25, 45] auf Druckverschiebung untersucht

4) Nach **Lockyer** [27, 31, 39] enhanced lines

5) Für Zeeman-Effect untersucht

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
3831 15	5	3831 154	1	—	3831 20	2	3831 20	1	2)
30 17	7 u	30 187	2	—	30 20	1	30 19	2	2)
26 55	6 u	26 580	2	3826 555	26 58	1	26 56	2	2)
25 54	4 u	25 539	2	25 543	—		25 56	1	2)
23 64	4	23 653	2	23 653	23 68	1	23 67	1	2)
22 22	2	—		—	—		—		
21 71	3	—		—	—		21 75	1	2)
21 00	3	—		—	21 00	3	21 07	1	2)
20 11	2	—		—	—		—		2)
19 68	5	19 713	3	19 715	19 72	1	19 75	2	2)
18 61	4	18 614	2	18 613	18 62	1	18 64	1	2)
17 97	3	17 958	1	17 985	17 96	2	18 00	1	2)
16 30	4	—		—	—		16 35	2	2)
15 53	5	15 574	2	15 572	15 60	2	15 60	2	2)
14 74	4	—		—	14 71	3	14 79	1	2)
—		—		—	—		14 17	1	4)
12 37	4	12 391	2	—	12 36	2	12 45	1	2)
—		—		—	—		09 68	1	2)
08 06	4	08 068	1	08 076	08 06	1	08 10	1	2)
06 97	4	—		—	06 97	2	07 01	1	2)
06 68	3	—		—	—		—		
04 91	6	04 938	5	04 934	04 95	5	05 00	3	2) 5)
—		—		—	—		01 4	1 u	2)
3797 85	6	3797 856	3	3797 860	3797 85	2	3797 90	2	2)
97 28	4	97 275	2	97 283	97 29	2	97 32	1	2)
—		—		—	—		95 20	1?	
94 75	4	94 753	1	94 753	94 75	1	94 79	1	2)
94 02	4	94 019	2	—	94 00	2	94 05	2	2)
93 46	4	93 434	2	93 429	93 44	2	93 46	2	2)
92 30	4	92 288	2	92 294	92 29	2	92 31	2	2)
91 51	4	91 511	2	91 517	91 52	2	91 55	2	2)
90 61	4	90 604	2	90 629	90 62	2	90 64	1	2)
90 36	3	90 375	1	—	90 35	1	90 39	1	
89 87	3	89 862	1	—	89 87	1	89 90	1	2)
89 00	4	—		88 999	—		89 03	1	
—		—		87 240	87 29	2	—		
86 38	2	—		—	86 38	1	—		
—		—		—	—		83 95	1 u	
—		—		—	—		78 86	1	2)
69 13	2	—		—	69 08	1	—		
68 85	4	68 881	2	—	68 86	2	68 86	1	2)
68 37	5	68 388	3	68 385	68 37	5	68 40	2	2)
68 23	3	—		—	—		—		

2) Von Demarçay [22] in Funke nach Chloridlösung gemessen, er führt ausserdem 3820 7, 3802 4

4) Nach Lockyer [27, 31, 39] enhanced lines

5) Für Zeeman-Effect untersucht

Hasselberg (21) Bogen	Clodius (41) Bogen	Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen	Exner und Haschek (30) Funke	
3767 56 3	—	—	3767 60 1	3767 58 1	2)
—	—	—	—	62 0 1	
—	—	—	—	61 85 1	2)
58 14 4	3758 175 1	—	58 18 2	58 20 1	2)
57 80 5	57 806 2	3757 824	57 80 3	57 83 2	2)
57 28 3	57 326 1	57 304	57 30 2	57 34 1	2)
55 97 2	55,977 1	—	55 98 1	—	
—	—	—	—	54 75 2	2)
—	—	—	—	50 71 1	
49 13 6	49 127 2	49 110	49 15 3	49 16 3	2) 5)
48 73 4	48 745 3	48 821	48 75 2	48 80 2	5)
47 40 3	47 404 2	—	—	47 44 1	2)
44 63 4	44 634 3	44 634	—	44 64 1	
44 01 6	44 025 4	44 029	44 03 4	44 06 3	2) 5)
43 67 6	43 733 4	43 726	43 71 3	43 71 3	2)
43 08 4	43 108 3	43 086	43 10 2	43 14 1	
—	—	—	—	38 53 2	2)
—	—	—	—	37 70 1	
32 15 4	32 177 3	32 177	32 19 3	32 19 2	2)
30 91 4	30 946 3	30 950	30 96 3	30 95 2	2)
—	—	—	—	27 49 1	2)
—	—	—	-	23 54 1	2)
—	—	—	18 38 1	—	
16 65 3u	—	—	16 68 1	16 66 1	2)
—	16 229 1	—	16 19 1	—	
—	—	—	—	15 58 2	
—	15 341 1	—	15 33 1	15 33 2	2)
—	14 008 1	—	14 02 1	—	2)
—	13 081 1	13 087	13 10 1	13 12 6	2) 5)
—	—	—	—	11 44 1	
—	—	—	05 12 1	—	
—	—	—	—	3698 16 3	2)
—	—	—	—	96 96 1	2)
3696 02 2	—	—	—	96 05 1	
—	—	—	—	95 2 1	
—	—	—	—	93 26 1	
89 76 3	—	—	—	89 76 1	
89 41 3	3689 446 2	—	3689 41 1	89 48 1	2)
88 56 3	88 606 1	—	88 57 1	88 60 1	2)
88 24 2	88 257 1	—	88 23 1	—	
87 65 5u	—	3687 690?	87 66 2	87 65 1	2)
87 41 5u	87 402 3	87 380	87 42 2	—	
86 95 5u	86 989 3	86 926	86 95 2	86 88 2	2)
85 70 4u	85 717 2	85 665	85 70 2	85 74 1	2)
—	—	—	—	84 41 2	2)
83 60 3	—	—	—	—	2)

2) Von Demarçay [22] in Funke nach Chloridlösung gemessen, er führt ausserdem 3765 7, 3764 4, 3759 3, 3720 2, 3717 2, 3709 6, 3706 7, 3704 1

5) Für Zeeman-Effect untersucht

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		(30) Funke		
3681 81	3	3781 838	2	—	3681 82	1	3681 86	1	2)
81 12	2	—		—	—		—		
80 34	2	—		—	—		—		
79 93	3	79 976	2	—	79 97	2	80 03	1?	2)
79 20	3	79 234	1	—	79 18	1	79 21	1	2)
78 00	3	78 019	1	—	77 98	1	78 04	4r	2) 5)
—		77 790	2	—	77 79	1	77 86	2	
—		76 459	1	3676 457	76 45	1	76 49	1	2)
68 17	3	68 176	2	—	68 17	1	68 20	1	2)
66 78	4	66 792	2	66 781	66 78	2	66 83	1	2)
66 30	2	66 336	1	—	66 32	1	—		2)
66 10	3	66 137	2	—	66 14	1	66 15	1	3)
—		—		—	—		65 10	2	2)
63 35	5	63 367	3	63 346	63 36	2	63 42	1	2)
62 97	3	63 010	2	62 978	63 01	2	63 03	1	
—		—		—	—		58 34	1	2)
56 36	6	56 414	3	56 404	56 40	3	56 43	2	2)
54 05	5	54 077	3	54 052	54 07	3	54 10	2	2)
—		—		—	—		51 84	1	2)
—		—		—	—		50 54	3	2)
49 97	2	50 017	1	—	50 00	1	49 98	1	2)
49 12	6	49 167	3	49 137	49 11	3	49 19	3	2)
48 65	3	48 698	2	48 669	48 66	2	48 68	1	2)
—		—		—	—		47 52	1	2)
46 26	3	46 313	2	—	46 30	1	46 30	1	2) 3)
—		45 739	1	—	45 73	1	—		
—		—		—	—		44 84	1	2)
—		—		—	—		43 35	1	
41 95	6	41 993	3	41 970	41 99	3	42 01	3	2)
41 61	4	41 640	2	41 597	41 61	2	41 64	1	2)
—		40 539	2	40 535	40 53	2	—		2)
39 93	7	39 971	5	39 943	39 97	5	39 98	5	2)
36 72	5	36 748	4	36 728	36 74	4	36 75	3	2)
35 37	2	35 398	1	—	35 40	1	—		
35 09	2	35 154	1	—	35 15	1	35 16	1	
—		—		—	—		34 15	1	
32 92	4	32 999	3	32 979	32 98	3	33 00	2	2) 3)
—		—		—	—		31 76	10d?	2) 5)
—		—		—	—		26 45	1	
—		—		—	—		21 65	1	
—		19 606	2	—	19 57	2	19 61	1	2)
—		—		—	—		17 45	1	
15 76	3	15 805	2	—	15 77	2	15 80	1	2) 3)
13 78	3	—		—	13 80	1	13 84	1	2)
—		13 293	1	—	13 30	1	13 37	3	2)

2) Von Demarçay [22] in Funke nach Chloridlösung gemessen, er führt ausserdem 3618 0

3) Von Humphreys [25,45] auf Druckverschiebung untersucht

5) Für Zeeman-Effect untersucht

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
3612 70	3	3612 745	1	—	3612 73	1	3612 79	1	2)
10 17	3	—		—	10 16	2	10 22	1	2)
09 62	3	09 625	2	—	09 60	2	09 65	1	2)
08 52	3	08 583	1	—	08 55	1	08 55	1	2)
05 46	12 R	05 487	10R	3605 479	05 49	30 R	05 48	20	2) 3) 5) 7)
03 86	4 u	03 936	2?	—	03 89	2	03 92	10	2) 5)
02 68	2	—		—	02 70	1	02 74	1	
01 76	5	01 811	3	01 806	01 81	3	01 81	3	2)
3599 51	2	3599 547	1	—	99 54	1	3599 54	1	2)
—		—		—	—		94 50	1	
93 57	12 R	93 638	10R	3593 636	3593 64	30 R	93 63	20 R	2) 3) 5) 7)
—		—		—	87 15	1	—		
—		—		—	—		85 64	3	
—		-		—	—		85 44	4	2) 5)
84 45	5 U	84 450	1	—	84 47	1 u	84 5	2 u	
82 74	3	—		—	82 80	1	82 79	1	2)
78 81	12 R	78 840	10R	78 832	78 81	30 R	78 81	20 R	2) 3) 5) 7)
75 10	4	75 103	2	75 106	75 06	2	—		
74 93	5	74 941	3	74 944	74 97	2	74 96	3	2)
—		—		—	74 60	2	—		
74 19	4	74 196	2	—	74 19	2	74 21	1	2)
73 79	5	73 794	3	—	73 80	2	73 80	1	2)
72 90	4	72 903	2	72 890?	72 90	2	72 90	1	2)
69 28	2	—		—	—		69 30	1	
66 23	5 U	66 314	4	66 454	66 28	4	66 25	2 u	
65 31	2	—		—	—		—		
64 87	3	—		—	—		64 88	1	
64 44	2	—		—	—		64 45	1	
—		—		—	—		64 00	1	
62 57	2	—		—	—		62 6	1	
62 40	2	—		—	—		62 46	1	
59 90	3	—		—	59 90	1	59 94	1	
58 74	5 U	—		—	58 66	3	58 8	2 u	
56 27	2	—		—	—		56 25	1	
55 88	2	—		—	55 88	1	—		
54 10	2	—		—	—		54 11	1	
52 85	4 U	—		—	—		52 8	2	
50 73	5 u	50 797	3	—	50 81	2	50 78	2	
48 95	3 U	—		—	—		48 9	1 u	
—		—		—	—		47 22	1	
—		—		—	45 09	2	—		
—		—		—	—		39 12	1	
—		—		—	—		36 65	1 u	
33 04	2	—		—	—		33 02	1	

2) Von Demarçay [22] in Funke nach Chloridlösung gemessen

3) Von Humphreys [25, 45] auf Druckverschiebung untersucht

5) Für Zeeman-Effect untersucht

7) Nach de Watteville [32] in Flamme mit Pulverisator gesehen

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
—		—		—	—		3531 57	1	
3527 22	2	3527 242	1	—	3527 22	1	27 24	1	
—		—		—	—		23 1	1	
—		—		—	—		22 30	1	
—		—		—	—		18 80	1	
—		—		—	—		13 20	1	
11 93	2	11 987	1	—	11 96	1	12 00	4	2)
10 66	3	10 681	1	—	10 68	1	10 69	1	2)
—		10 562	1	—	10 5	1	—		
—		—		—	09 0	1	—		
—		—		—	—		08 24	1	
—		—		—	—		03 51	1	
—		02 445	1?	—	02 47	1	02 45	1	
—		—		—	—		3495 68	2	
—		—		—	3495 52	1	95 53	3	
3495 08	3	3495 106	1	3495 108	95 11	1	95 11	1	
—		—		—	—		94 68	1	
88 60	2	88 598	1	—	88 56	1	88 58	1	
—		86 632	1	—	86 63	1	86 64	1	
83 92	2	84 297	1	—	84 31	1	84 29	3	
—		—		—	—		83 65	1	
—		—		—	—		82 75	2	
81 66	3	81 678	2	81 695	81 71	2	81 70	2	
81 41	3	81 454	2	81 439	81 46	2	81 45	2	
—		80 426	1	—	—		80 45	1	
—		78 935	1	—	78 91	1	78 90	1	
—		—		—	—		78 30	1	
—		77 313	1?	—	77 31	1	77 33	1	
—		75 284	1	—	75 26	1	75 28	3	
—		75 023	1	—	3475 00	1	—		
—		74 550	1	—	74 53	1	74 54	1	
—		73 766	1	—	73 76	1	73 77	1	
—		73 043	1	—	73 02	1	73 05	1	
—		72 915	1	—	72 92	1	72 96	1	
—		—		—	—		72 23	3	
—		71 655	1	—	71 65	1	71 66	1	
—		70 669	1	—	70 65	1	70 6	1	
—		70 539	1	—	70 55	1	—		
—		69 736	1	69 736	69 72	1	69 75	1	
—		68 918	1	—	68 88	1	68 90	1	
67 86	3	67 870	2	67 845	67 84	1	67 85	1	
—		67 149	1	—	67 15	1	67 15	1	
—		—		—	—		66 4	1	
—		65 734	1	—	65 73	1	65 70	1	
65 40	3	65 396	2	65 390	65 37	1	65 37	1	
—		64 995	1	—	64 94	1	64 97	1	
—		—		—	—		64 16	1	

2) Von Demarçay [22] in Funke nach Chloridlösung gemessen

Hasselberg (21) Bogen		Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
—		—		—	—		3463 73	1	
—		—		—	—		62 88	1	
—		—		—	—		61 45	1	
3460 60	2	3460 579	1	3460 568	3460 56	1	60 58	1	
—		—		—	—		59 43	3	
—		58 236	1	—	58 22	1	58 25	1	
—		—		—	—		57 78	4	
55 76	3	55 753	1	55 736	55 75	2	55 74	2	
—		55 427	1	—	55 41	1	55 4	1	
—		—		—	—		55 11	3	
—		53 898	1	—	53 87	1	53 88	1	
53 46	3	53 477	3	53 469	53 50	3	53 47	2	
—		—		—	—		51 00	1	
—		—		—	—		49 4	1	
47 90	2	47 907	1	47 901	47 89	1	47 90	1	
47 55	3	47 576	2	47 569	47 57	2	47 57	2	
47 15	2	47 163	1	—	47 15	1	47 15	1	
45 71	3	45 749	3	45 741	45 75	3	45 74	2	
—		—		—	—		44 50	1	
—		—		—	—		43 94	1	
41 56	3	41 584	3	41 588	41 59	3	41 57	2	
—		41 259	1	—	41 25	1	41 24	1	
—		—		—	—		40 73	1?	
—		—		—	—		38 57	1	
—		—		—	—		36 88	1	
36 31	3	36 333	3	36 332	36 33	3	36 31	2	3)
—		35 965	1	35 962	35 95	1	35 93	1	
—		35 826	1	35 819	35 81	1	35 82	1	
—		34 247	1	—	34 23	1	34 23	2	
33 72	3	33 739	4	33 715	33 74	4	33 73	2	3)
33 42	2	33 452	2	33 453	33 43	2	33 45	5	5)
		32 204	1?	33 212	—		—		
		32 457	1?	—	32 44	1	32 48	1	
		32 154	1	—	32 30	1	32 15	1	
		—		—	—		31 80	1	
		31 429	1	—	31 40	1	31 42	1	
		—		—	—		30 57	1	
		—		—	—		30 02	1	
		—		—	—		28 05	1	
		—		—	—		27 75	1	
		—		—	—		27 24	1	
		—		—	—		26 26	1	
		—		—	—		24 78	1	
		22 896	3	22 892	22 88	3	22 89	20	5)
		—		—	—		21 77	1	
		21 360	3	21 353	21 35	3	21 33	10	5)
		—		—	—		19 44	1	
		—		—	—		17 93	1?	

3) Von Humphreys [25, 45] auf Druckverschiebung untersucht
5) Fur Zeeman-Effect untersucht

Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
—		—	—		3415 60	1	
—		—	—		12 35	1	
3411 153	1d?	—	3411 18	1	11 16	1	
—		—	—		10 71	1	
09 492	1	—	09 50	1	—		
08 909	3	3408 911	08 90	3	08 90	20	5)
08 185	1	—	08 18	1	—		
—		—	07 40	1	—		
—		—	—		05 4	1 u	
03 732	1	—	—		—		
03 462	3	03 404	03 45	3	03.49	15	5)
02 530	1	—	02 53	1	02 60	4	
—		—	—		3399 69	2	
—		—	—		95 77	3	
3394 442	1	3394 432	3394 39	1	94 51	4	5) a)
93 982	1	93 980	93 94	1	94 02	4	5)
93 121	1	93 160	93 17	1	93 20	5	
91 541	2	91 578	91 50	2	91 61	5	
90 907	1	—	90 87	1	90 95	1	
88 844	1	—	88 79	1	88 90	1	
—		—	—		88 13	1	
—		—	—		87 85	1	
86 666	1	—	86 59	1	86 66	1	
85 449	1	—	85 40	1	85 49	1	
84 809	1	—	84 75	1	—		
84 352	1	—	84 35	1	—		
82 816	2	82 825	82 81	2	82 82	10	5)
79 963	2	79 961	79 97	2	80 02	5 r	5)
79 514	1	79 514	79 47	1	79 54	3	5)
3379 325	2	3379 337	3379 28	2	—		
78 478	1	78 476	78 44	1	3378 51	5	5)
77 540	1	—	—		77 50	1	
77 194	1	—	76 52	1	76 85	1	
—		—	76 25	1	76 43	1	
75 077	1	—	—		75 11	1	
74 713	1	—	74 70	1	—		
—		—	—		72 27	2	
—		—	—		71 60	1	
70 329	1	—	70 38	1	—		
—		—	—		69 20	2	
—		—	—		68 89	1	
68 181	3	68 193	68 20	3	68 19	20	5)
67 651	1	—	67 66	1	67 59	2	
—		—	—		64 85	1	
—		—	—		63 87	2	
62 850	1	—	62 85	1	—		
62 372	1	—	62 34	1	—		
61 911	1	—	61 89	1	61 96	4	5)
60 436	2	—	60 42	2	60 50	20	5)
58 639	2	58 649	58 68	2	58 63	10	5)
—		—	—		57 54	4	5)
56 537	1	—	56 53	1	—		
—		—	—		55 3	1	
53 237	1	—	53 24	1	53 27	3	
52 098	2	52 101	52 11	2	52 12	1	
51 729	1	51 745	51 73	1	51 77	1	
49 471	1	49 519	49 45	1	49 50	2	
49 144	1	49 135	49 17	1	49 2	1	

5) Für Zeeman-Effect untersucht

a) Nach Purvis [38] liegen hier zwei Linien 3394 72 und 3394 49

Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
3347 971	2	3347 970	3347 91	2	3347 99	6	5)
46 874	2	46 860	46 85	2	46 86	1	
—		—	46 27	1	—		
—		46 154	46 16	2	46 15	1	
—		—	—		44 65	1	
43 479	1	—	43 42	1	43 46	1	
43 362	1	—	—		—		
42 721	2	42 717	42 73	2	42 78	10	5)
—		—	—		42 16	1	
—		—	—		40 88	1	
39 936	2	39 932	39 95	2	40 00	10	5)
—		—	—		39 1	1 u	
37 116	1?	—	—		37 11	1	
36 467	2	36 477	36 48	2	36 49	5	5)
—		—	—		35 51	7 d?	5)
35 064	1	—	35 06	1	—		
34 831	1	—	34 86	2	—		
33 691	2	—	33 79	2	—		
33 014	1	—	33 03	1	33 05	1	
—		—	—		29 60	1	
29 187	1	29 186	29 23	1	29 16	1	
28 480	1	—	28 53	1	28 50	3	5)
26 727	1	—	26 75	1	26 75	1	
—		—	—		24 47	4	5)
24 204	1	—	24 20	1	24 22	3	5)
—		—	—		23 70	1	
—		—	—		22 86	1	
16 650	1	—	16 69	1	16 65	1	
—		—	—		15 45	1	
—		—	—		14 77	3	
—		—	—		14 23	2	
—		—	—		13 26	2	
—		—	—		12 37	3	5)

Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
3252 865	1	3252 865	—		3252 65	1	
51 956	2	—	3251 98	2	52 04	1	
51 705	1	—	51 72	1	51 76	1	
—		—	—		50 98	1	
—		—	—		50 8	1	
—		—	—		49 76	1	
47 395	1	—	47 40	1	—		
45 663	2	45 662	45 65	2	45 70	1	
—		44 257	44 25	1	—		
41 089	1	41 081	41 10	1	—		
38 635	1	38 635?	—		38 92	6	5)
38 213	1	38 205	38 21	1	38 24	1	
37 863	2	37 846	37 86	2	37 89	1	
—		—	—		34 20	6	5)
33 372	1	33 394?	33 39	1	—		
—		—	—		31 80	1	
—		—	—		30 04	1	
—		—	—		29 50	1	
29 329	1	29 324	29 33	1	29 37	1	
27 401	1	27 392?	—		—		
26 6	1u	26 657?	—		—		
—		—	—		25 55	1	
—		—	—		19 95	1	
19 711	1	—	19 73	1	19 80	1	
—		—	—		19 29	2	
—		18 798?	—		—		
17 505	2	17 505	17 50	2	17 60	8	5)
—		—	—		16 70	3	5)
—		—	—		13 05	1	
—		—	—		12 65	1	
—		—	—		11 62	1	
11 436	1	11 421?	11 43	1	11 48	1	
09 308	2	09 297	09 31	2	09 31	10	5)

—		—	—		12 10	3	5)
—		—	—		10 86	4	5)
—		—	—		10 02	1	
—		—	—		08 34	1	5)
07 879	1	—	07 90	1	07 95	1?	
—		—	—		07 21	8	5)
—		—	—		04 93	1	
—		—	—		03 06	1	
—		—	—		01 37	1	
—		—	—		3298 89	1	
3298 444	1	—	3298 40	1	98 47	1	
95 555	1	—	95 52	1	95 61	5	5)
—		—	—		95 1	1	
—		—	—		91 90	3	5)
—		—	—		91 40	1	
—		—	—		88 15	1	
—		—	—		86 45	1	
86 161	1	—	—		86 06	2	
—		—	—		83 19	2	
—		—	—		79 67	1	
—		—	—		78 92	1	
—		—	—		76 06	1	
—		—	—		74 13	1	
—		—	—		73 05	1	
—		—	—		71 25	1	
—		—	—		70 35	3	5)
—		—	—		69 95	2	
—		—	—		69 30	2	
—		—	—		68 65	1	
66 744	1	—	66 74	1	66 43	1	
—		—	—		64 42	3	5)
60 106	2	3260 110	60 11	2	60 10	1	
—		—	—		58 90	2	5)
57 945	2	57 944	57 95	2	57 95	1	
—		—	—		55 54	1	

08 737	1	08 707?	08 74	1	08 73	2	
—		—	—		08 13	1	
—		—	—		05 24	1	
—		—	—		03 66	1	
—		—	—		02 65	1	
—		—	—		01 40	2	
—		—	—		00 57	1	
—		—	—		00 01	1	
3198 233	1	3198 213?	3198 24	1	3198 15	1	
92 207	3	97 222	97 21	3	97 21	15	5)
—		—	—		94 77	1	
—		—	—		94 1	1u	
—		—	92 23	1	—		
—		—	—		90 00	1	
88 143	1	88 145?	88 14	1	88 15	1	
—		—	—		86 88	1	
—		—	—		84 50	1	
—		83 428	—		83 48	4	5)
—		81 531?	81 44	1	81 60	2	5)
80 826	3	80 821	80 85	3	80 88	10	5)
79 458	1	79 453?	79 44	1	79 53	2u	
—		79 277?	—		—		
—		—	—		78 94	1	
—		—	—		73 70	1	
—		—	—		72 21	3	5)
—		—	—		69 35	2	5)
—		64 286	—		64 05	1	
63 873	2	63 796	63 87	2	63 93	1	
—		—	—		62 59	1	
—		60 726?	—		60 25	1	
—		—	—		60 0	1	
59 716	1	—	59 70	1	59 23	1	
58 970	1?	—	58 97	1	59 05	1	
—		—	—		58 15	2	
55 274	2	55 245	55 25	2	55 25	1	

5) Fur Zeeman-Effect untersucht

Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
—		—	—		3071 70	1	
—		—	—		67 28	2	
3065 194	2	3065 201?	3065 20	2	65 19	1	
—		—	—		63 95	1	
—		—	—		63 42	1	
—		—	61 93	1	—		
61 740	1	61 772?	61 80	1	61 73	1	
59 629	1	—	59 60	1	59 61	2	
—		—	—		58 47	1	
—		—	—		57 98	1	
—		—	—		56 8	1 u	
—		—	—		55 55	1	5)
53 987	5	53 988	54 02	5	54 02	2	5)
—		—	—		53 85	1	
52 326	1	52 331?	52 35	1	52 35	1	
—		—	—		51 7	1	
—		—	—		50 85	1	
50 237	1	—	50 26	1	50 27	10	5)
—		—	—		47 86	1	5)
—		—	47 56	1	47 74	1	5)
—		—	—		44 34	1	
—		—	—		44 01	1	
—		—	—		42 90	1	
—		—	—		41 86	5	5)
40 954	4	40 950	40 99	4	41 03	10	5)
—		—	—		40 30	1	
39 889	2	39 883	39 89	2	39 85	1	
—		—	—		38 15	1	
37 162	3	37 160	37 17	3	37 16	1	
—		—	—		35 1	1	
—		—	—		34 64	1	
34 303	3	34 304	34 30	3	34 3	1	
—		—	—		33 05	2	

Clodius (41) Bogen		Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
—		—	—		3154 20	1	
3153 684	1	3153 683	3153 65	1	—		
53 001	1	52 972?	53 03	1	—		
—		—	52 3	1	52 31	3	5)
—		—	—		50 22	2	
—		—	—		49 93	2	
48 564	2	48 555	48 55	2	48 55	1	
47 351	2	47 350	47 33	2	47 30	5	5)
—		—	—		45 86	2	
—		—	—		45 20	2	
44 539	1	—	44 51	1	—		
—		—	—		43 0	1	
—		—	—		42 84	1	
—		—	—		40 31	3	5)
—		—	—		40 02	1	
38 329	1	38 321?	—		38 3	1	
—		—	—		37 60	1	
—		—	—		37 23	1	
36 814	2	36 822	36 79	2	36 79	5	5)
—		—	—		35 82	3	5)
—		—	—		35 46	3	5)
—		—	—		34.45	3	5)
32 941	1	32 935	32 95	1	—		
32 176	4	32 169	32 19	4	32 20	20	5)
31 341	1	31 350	31 34	1	—		
—		—	—		30 66	1	
28 813	2	28 819	28 81	2	28 79	5	5)
—		25 579?	—		25 67	1	
25 093	3	25 109	25 10	3	25 11	20	5)
—		—	—		22 72	3	5)
—		—	—		21 96	1	
—		—	—		21 33	1	
—		—	—		21.17	1	

3130 487	3	3120 481	3120 51	3	3120 50	15	3) 5)
—		19 787	19 74	1	—		
19 347	2	19 307	19 36	1	—		
18 770	3	18 764	18 79	3	18 80	10	5)
—		—	—		18 24	1	
—		—	—		17 39	1	
—		—	—		16 85	2	5)
—		—	—		15 76	2	5)
—		—	—		15 40	2	
—		—	—		13 76	1	
-		—	—		12 07	1	
—		11 000	11 01	1	11 0	1	
09 441	2	09 439	09 46	1	09 48	1	
—		—	—		08 79	2	
—		—	—		07 70	3	5)
—		—	—		03 60	2	5)
—		—	—		3098 27	1	
3096 595	1?	3096 655?	—		—		
96 019	1	95 990	3096 00	1	96 25	2	5)
—		—	95 50	1	95 63	1	5)
—		—	—		95 07	1	
—		—	—		94 11	1	5)
—		—	—		93 61	3	5)
87 621	1	87 639?	87 67	1	88 00	2	
—		—	—		85 49	1	
84 641	1	84 682?	—		84 56	1	
84 390	1	—	—		—		
—		—	—		83 75	1	
—		—	—		79 45	1	
77 930	1	77 942	77 95	2	77 90	2	4)
—		—	—		77 34	2	5)
73 788	2	73 784	73 82	2	73 80	1	
—		—	—		73 37	1	
—		—	—		72 57	1	

—		3031 591?	3031 55	1	—		
3031 472	2	31 454	31 46	2	3031 47	1	
30 358	3	30 356	30 38	3	30 36	2	5)
29 294	3	29 261	29 30	3	29 27	1	
—		—	—		28 23	3	5)
—		—	—		26 81	8	5)
24 472	4	24 465	24 47	4	24 52	2	5)
21 682	4	21 676	21 68	3 d	21 73	2	5) 7)
—		20 826	20 76	2	20 81	1	5)
18 916	2	18 919	18 92	2	18 95	1	5)
18 612	3	18 601	18 57	2	18 64	1	5)
—		17 691	17 69	2	17 71	2	5) 7)
—		—	17 62	2	—		
—		—	—		15 62	3	5)
15 316	4	15 300	15 29	2	15 33	1	5) 7)
15 041	3	15 049	15 04	2	15 08	1	5)
14 877	3	—	14 90	3 d	14 90	1	5)
13 837	4	13 840	13 82	3	13 84	2	
13 146	2	13 169?	13 15	2	13 15	1	5)
—		—	—		11 55	1	
—		—	—		10 76	1	
05 174	3	05 160	05 19	3	05 19	2	5)
—		—	—		04 04	2	5)
—		01 103	01 01	3	01 04	1	
—		—	—		00 10	1	5)
—		—	—		2999 45	1	
2998 907	3	2998 916	2998 91	3	98 94	1	
98 245	2	—	—		—		
96 693	3	96 689	96 70	3	96 74	2	5)
95 230	3	95 212	95 21	3	95 26	1	
—		—	—		94 89	2	
94 187	2	94 177	94 20	2	94 23	1	
—		—	—		92 7	1	
—		—	—		92 60	2	

3) Von Humphreys [25, 45] auf Druckverschiebung untersucht
5) Fur Zeeman-Effect untersucht
7) Nach de Watteville [32] in Flamme mit Pulverisator gesehen

Clodius (41) Bogen	Rowland (23) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen	Exner und Haschek (30) Funke	
2992 016 3	—	2992 01 2	2992 06 1	
89 298 1	—	89 28 1	89 33 10	5)
88 781 1	2988 733	88 78 3	88 80 1	5)
—	—	—	88 19 2	5)
—	—	—	87 05 1	
86 592 3	86 579	86 61 3	86 61 2	5)
86 247 2	—	86 22 2	—	
86 118 3	86 109	86 10 2	86 1 2u	5)
85 962 3	85 999?	85 97 2	—	
85 443 1	—	85 44 1	85 48 10	5)
—	—	—	84 86 1	
—	—	84 15 1	—	
80 908 4	80 915	80 92 3	80 95 1	
79 855 2	—	79 85 2	79 88 10	5)
78 561 1	—	—	—	
—	—	—	76 83 2	5)
75 595 3	75 587	75 60 3	75 61 1	5)
72 019 2		72 04 2	72 02 10	5)
71 218 4		71 25 3	71 25 1	
—		—	69 79 1	
—		—	68 83 1	
67 762 3		67 79 3	67 76 1	
—		—	67 04 1	
—		66 15 1	66 17 3	5)
—		—	63 60 1	
61 835 1		61 85 1	61 85 4	5)
—		—	60 07 1	
—		—	59 70 1	
—		—	57 7 1	
56 449 1		56 45 1	56 73 1	
—		—	55 25 1	
—		—	54 77 1	
—		—	53 81 4	5)
—		53 47 1	53 47 3	5)
—		—	52 56 1	
—		—	52 08 1	
—		—	51 53 1	
—		—	50 80 1	
—		—	50 22 1	
—		—	49 91 1	
—		—	49 55 2	
—		49 0 1u	—	
—		—	47 59 1	5)
—		46 93 1	46 92 3	5)
—		—	45 85 1	
—		42 00 1	42 09 3	5)
—		—	41 09 1	
—		—	40 36 2	5)

Clodius (41) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen	Exner und Haschek (30) Funke	
—	—	2939 57 2	5)
—	—	37 05 2	5)
2935 657 1	—	—	
35 262 2	2935 24 1	35 25 4	5)
—	—	34 4 2u	
34 112 1	34 07 1	34 07 2	5)
—	—	33 74 1	
—	—	32 82 2	5)
—	—	30 96 2	5)
—	—	29 55 2	
—	28 86 1	—	
—	28 75 1	—	
—	—	28 45 3	5)
—	—	28 27 3	5)
—	—	27 20 5	5)
—	—	26 28 2	
—	—	23 85 3	5)
—	—	23 60 2	5)
—	—	22 61 1	
—	21 92 1	21 94 3	5)
—	—	21 35 3	5)
16 253 1	16 27 1	16 19 1	
—	—	15 35 2	a)
13 809 2	13 84 1	13 84 1	
—	—	13 66 1	
—	—	11 82 3	5)
11 251 3	11 29 2	11 28 1	
11 012 3	11 02 2	11 01 1	
—	—	10 78 2	5)
09 160 3	09 16 2	09 17 1	
—	—	08 42 1	
—	—	06 28 1	
05 591 3	05 61 2	05 61 1	
04 772 1	04 80 1	04 84 1	
—	—	04 09 2	5)
—	—	03 72 1	
—	—	03 01 1	
—	—	02 77 1	
—	—	01 15 1	
00 342 1	—	—	
—	—	2899 59 3	5)
2899 314 1	2899 34 1	99 26 2	5)
98 623 1	98 63 1	98 65 5	5)
—	—	97 81 3	5)
—	—	97 36 1	
96 862 2	96 86 2	96 88 2	5)
96 557 1	96 55 1	96 52 5d	5)
—	-	95 79 1	

5) Für Zeeman-Effect untersucht

a) Purvis [38] giebt hier zwei Linien 2915 58 und 2915 34

Clodius (41) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen	(30) Funke	
—	—	2895 14 1	
—	—	94 95 1	
2894 278 2	2894 20 2	94 38 2	
—	—	93 63 1	
93 359 3	93 37 2	93 37 1	
—	—	93 08 2	
—	—	92 89 1	
—	—	91 99 2	
91 514 1	91 53 1	91 53 1	
—	—	91 24 4d	b)
90 848 1	90 87 1	—	
—	90 30 1	—	
—	—	89 96 2	5)
—	—	89 62 3	5)
89 372 4	89 36 3	89 30 3	5)
—	—	88 85 3	5)
—	—	87 88 2	5)
87 100 3	87 10 2	87 11 1	
—	—	86 53 1	
—	—	85 42 1	
—	—	82 01 4	5)
81 245 1	81 26 1	—	
80 995 1	81 00 1	80 99 4	5)
79 383 2	79 39 2	79 31 1	
78 553 1	78 54 1	78 54 2	5)
78 090 1	78 08 2	78 06 3	5)
—	—	76 76 1	
76 357 3	76 35 2	76 39 3	5)
76 102 3	76 09 2	76 06 5	5)
—	—	75 14 2	
—	—	74 63 1	
73 939 1	73 93 1	73 96 2	5)
73 592 2	73 60 2	73 60 3	5)
73 288 1	73 32 1	—	
71 745 2	71 75 2	71 74 1	
—	—	71 56 1	
70 539 2	70 54 2	70 54 5	
70 287 1	70 30 1	—	
—	—	68 75 1	
67 751 3	67 75 3	67 75 5	5)
67 203 1	67 20 1	67 24 2	
66 856 3	66 87 3	66 85 5	5)
—	—	66 03 2	
—	—	65 81 1	
65 439 1	65 4 1	65 46 2	
65 221 3	65 21 3	65 22 4	5)
62 673 3	62 70 3	62 69 10	5)
61 046 3	61 05 3	61 05 5	5)

Clodius (41) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen	(30) Funke	
2859 020 3	2859 01 3	2859 02 4	5)
—	58 85 1	58 75 2	
—	—	58 07 2	
57 513 2	57 50 1	57 50 3	5)
56 870 2	56 85 1	56 86 3	5)
—	—	56 42 1	
55 782 4	55 79 3	55 75 10	5)
—	—	55 15 2	5)
—	—	54 72 1	
—	—	54 28 1	
—	—	53 95 1	
—	—	53 35 3	5)
—	—	52 80 1	
—	—	52 39 1	
51 461 1	51 47 1	51 49 7	5)
—	—	50 74 1	
—	—	50 45 1	
49 948 4	49 94 4	49 94 10	5)
49 422 1?	—	49 46 1	
—	—	48 51 2	
—	—	46 80 2	
—	—	46 50 3	5)
—	46 10 1	—	
43 347 4	43 35 4	43 35 15R	5)
—	43 03 1	42 90 1	
—	—	42 52 1	
41 041 1	41 03 1	—	
—	—	40 57 1	
40 111 1	40 13 1	40 14 8	5)
—	—	39 34 1	
—	—	38 90 5	5)
38 570 1	38 58 1	—	
—	—	38 00 2	
—	—	36 59 2	5)
35 753 4	35 75 4	35 71 30	3) 5)
—	—	34 40 5	5)
—	—	33 53 1	
—	—	32 59 4	5)
—	31 14 1	—	
30 575 2	30 59 1	30 63 20	5)
—	—	28 90 1	
—	—	28 07 1	
26 847 1	26 83 1	26 55 1	
—	—	26 29 2	
—	—	26 2 1	
—	—	25 65 2	
—	—	24 69 1	
22 481 2	22 48 2	22 53 10	5)

b) Purvis [38] giebt hier 2 Linien 2891 28 und 2891 13

3) Von Humphreys [25,45] auf Druckverschiebung untersucht

5) Auf Zeeman-Effect untersucht

Clodius (41) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen	Exner und Haschek (30) Funke	
2822 137 1	2822 15 1	2822 18 5	5)
21 960 1	—	—	
21 727 1	—	—	
21 150 1	—	—	
—	20 95 1	—	
—	18 56 1	—	
18 459 1	18 48 1	18 48 8	5)
—	—	18 07 1	
—	—	17 67 1	
—	—	16 92 3	5)
—	—	14 35 1	
—	—	13 64 1	
12 392 1	12 13 1	12 12 10	5)
—	—	11 57 1	
—	—	11 18 2	
—	—	11 0 1	
—	—	10 25 2u	
—	—	09 72 1	
—	—	09 4 1u	
—	—	08 14 2	
—	—	04 15 1	
—	—	03 45 1	
00 876 1	00 87 1	00 89 10	5)
—	—	00 30 2	
2798 772 1	2798 77 1	2798 81 3d	
—	—	95 65 2	
—	—	93 77 1	
—	—	92 26 10	5)
—	—	89 51 4	5)
—	—	89 19 1	
—	88 25 1	—	
—	88 00 1	88 00 1	
87 719 1	—	87 71 4	5)
—	—	86 58 3	
85 797 1	—	85 82 8	5)
—	—	85 25 1	
—	—	84 45 1	
—	—	83 96 1	
—	—	82 70 2	
—	—	82 48 3	5)
81 229 1	81 27 1	81 20 2	5)
—	—	81 02 2	
80 787 8R	80 83 8	80 42 5	5)
—	—	79 05 1	
—	78 20 1	78 17 5	5)
77 766 1	77 78 1	—	
—	—	76 75 2	
—	75 80 1	—	
—	—	74 56 4	
—	—	73 42 3	
—	—	2772 47 1	
—	—	72 03 2	
2771 544 1	2771 56 1	71 40 1	
70 006 4	70 01 6	69 98 1	
—	—	69 45 1	
—	—	68 68 4	5)
—	—	68 25 1	
—	67 64 1	67 69 1d	
—	—	67 35 1	
66 637 3	66 66 1	66 62 15	5)
—	—	66 00 2	5)
—	—	65 70 1	
—	—	65 59 2	
—	—	65 15 1	
—	64 49 3	64 40 2	
—	—	64 10 1	
—	—	63 70 2	
—	63 17 1	62 85 2	
62 687 3	62 71 3	62 70 10	5)
—	61 85 3	61 85 1	
—	—	60 96 1	
—	—	60 61 2	
—	—	60 49 2	
—	—	60 4 2	
—	—	60.15 2	
—	—	59 83 3	
59 480 1	59 50 1	59 50 4	5)
—	—	59 08 4	
—	—	58 73 1	
57 811 2	57 83 3	57 81 8	5)
57 192 2	57 22 4	57 04 2	
56 878 1	56 86 1	—	
—	—	56 39 3	
—	55 38 1	55 35 2	
—	55 00 1	55 11 1	
—	—	54 39 3	
—	—	54 00 2	
—	—	53 75 2	
—	—	53 28 1	
52 960 3	52 97 3	52 90 1	
—	—	52 49 1	
51 960 3	51 99 3	51 96 10	5)
51 671 1	51 70 1	—	
50 825 2	50 85 3	50 81 10	5)
—	—	49 88 2	
49 079 2	49 09 3	49 02 8	5)
48 379 2u	48 36 3	—	
—	—	47 95 1	
—	—	46 26 4	
—	—	45 48 1	

5) Auf Zeeman Effect untersucht

Clodius (41) Bogen	Exner und Haschek (34) Bogen	(30) Funke	
—	—	2745 04 3	
—	—	44 66 2	
2743 745 2	—	43 70 7	5)
—	2743 21 2	—	
—	42 25 2	—	
—	42 12 2	42 12 7 r	5)
41 168 2	41 17 2	41 16 2	
40 204 1	40 20 1	40 17 3	5)
—	—	39 84 1	
39 470 1	39 47 2	39 5 2	
	37 37 1	37 14 1	
36 570 2	36 53 4	—	
—	—	35 83 1	
—	—	34 66 1	
—	—	33 69 1	
32 000 3	32 00 5	31 99 1	
—	—	29 83 1	
—	—	28 25 1	
27 402 1	27 36 1	27 32 5	
26 595 3	26 59 5	26 59 1	
—	—	26 33 1	
—	—	24 12 4	
—	—	23 69 5 d	
22 842 2	22 85 2	22 83 5	
—	—	20 79 1	
—	—	20 37 2	
—	—	20 17 3	
—	—	19 15 1	
—	—	18 48 8	
—	—	18 2 2	
17 619 1	17 55 1	17 59 4	
—	—	17 10 1	
16 270 2	16 25 2	—	
—	—	15 75 1	
12 398 2	12 40 2	12 41 6	5)
—	—	11 3 1	
—	—	11 01 5	
10 347 1	10 3 1 u	—	
—	—	09 41 5	
—	—	08 90 5	
—	—	06 65 1	
—	—	06 22 1	
05 832 1	05 80 1	—	
05 513 1	05 50 1	05 54 1	
—	—	04 88 1	
04 391 1	04 38 1	—	
03 904 1	03 85 1	03 95 2	
03 606 1	03 57 1	03 64 6	5)
—	—	03 08 1	

Clodius (41) Bogen	Exner und Haschek (16) Bogen	(14) Funke	
2702 599 1	2702 60 1	2702 66 1	
02 084 2	02 05 2	02 11 1	
—	—	01 78 1	
—	—	01 30 2	
—	—	01 21 3	
00 698 1	00 68 1	00 72 1	
—	—	2699 50 1	
—	—	98 94 4	
2698 780 3	2698 77 3	98 76 4	
98 503 3	98 50 3	98 52 4	
97 995 1	98 00 1	98 01 5	
97 608 1	—	97 60 4	
96 666 1	96 65 1	96 86 2	
—	—	94 8 1	
—	—	93 62 6	5)
—	—	92 22 3	
91 131 3	91 16 3	91 15 10	5)
90 349 1	90 36 1	90 5 1	
—	—	89 90 1	
—	—	89 28 3	
—	—	88 40 12 d	
88 135 2	88 13 2		
87 181 3	87 17 3	87 18 7	5)
—	—	86 49 1	
—	—	86 10 1	
—	—	85 25 1	
—	—	85 16 1	
—	—	84 22 1	
—	—	83 55 2	
—	81 51 1	—	
—	80 39 1	80 40 2 d	
—	—	80 01 1	
78 877 3	78 85 3	78 88 10	5)
78 252 2	78 24 2	—	
77 247 4	77 24 4	77 27 20 r	5)
—	—	76 68 1	
—	—	75 79 3	
—	—	75 40 1	
73 726 1	73 75 1	—	
72 914 2	72 93 3	72 94 6	5)
—	—	72 50 2	
72 079 1	72 10 1	—	
71 892 3	71 90 3	71 95 8	5)
—	—	70 40 2	
—	—	70 21 3	
69 460 1	69 49 1	—	
68 800 3	68 81 3	68 83 6	5)
—	—	68 07 2	
66 105 3	66 12 3	66 19 8	5)

5) Auf Zeeman-Effect untersucht

Clodius (41) Bogen		Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke		
—		—		2665 8	2 u	
2663 748	2	2663 78	1	63 8	3	
63 504	3	63 51	3	63 59	5	5)
—		—		63 15	1	
61 812	1	61 84	1	61 85	3 d	
—		—		61 49	3	
—		—		60 9	1	
—		—		59 89	1	
—		—		59 59	1	
—		—		59 05	2	
58 669	3	58 70		58 70	4	5)
—		—		57 7	1 u	
—		—		55 90	1	
53 662	3	53 67	3	53 69	5	5)
—		—		52 2	2 u	
—		—		50 95	1	
—		—		48 24	1	
—		—		47 6	1	
—		—		43 67	1	
42 205	1	42 23	1	—		
—		—		41 95	1	
—		—		41 52	1	
—		—		40 83	1	
—		—		40 1	1 u	
39 616	1	39 55	1	39 25	1 u	
38 960	1	38 98	1	—		
—		—		37 60	1	
—		—		37 29	1	
—		—		36 45	1	
—		—		35 9	1 u	
—		—		34 45	1 u	
—		—		33 75	1 u	
—		—		32 7	1 u	
29 905	1	29 92	1	31 10	3	
—		—		28 10	2	
26 627	1	26 68	1	26 89	2	
—		—		26 15	1	
25 403	1	25 44	1	—		
—		—		23 48	2	
22 957	2	22 96	2	—		
—		20 94	1	—		
—		20 56	1	20 63	2	
20 070	1	20 09	1	—		
19 594	1	19 58	1	19 73	2	
—		—		18 85	1	
18 337	1	18 37	1	—		
—		—		16 55	1	
—		—		16 30	2	
—		—		14 72	2	

Clodius (41) Bogen		Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke	
—		—		2613 62	1
—		2613 41	1	13 31	1
2612 265	1	12 30	1	12 65	1
—		12 13	1	—	
—		—		11 70	1
—		—		11 1	1 u
10 504	1	—		10 93	2 u
10 336	1	10 40	1	10 2	1
—		—		08 91	1
08 462	1	08 50	1	08 25	1
—		—		08 00	2
—		—		07 73	1
—		—		06 64	2
—		—		06 17	1
—		—		05 73	1
—		—		04 25	1
03 663	1	03 66	1	03 82	1
—		—		03 05	1 u
—		—		01 98	1
—		—		2596 20	2
—		—		95 67	2
2591 938	3	2591 96	3	91 95	1
—		—		90 87	3
—		—		90 55	1
—		—		89 80	2
—		—		89 15	1
88 311	1	88 30	1	88 3	1
—		—		88 1	1
—		—		87 50	2
—		—		85 71	1
84 407	3?	84 73	1	85 02	1
—		—		84 20	2
—		—		83 73	1
83 110	1	83 13	1	—	
—		—		82 35	1
—		—		82 21	1
79 220	1	79 25	1	79 21	1
78 372	1	78 36	1	78 40	2
77 748	2	77 75	2	—	
—		—		75 90	1
—		—		74 29	1
—		—		73 66	2
72 202	1	72 23	1	72 24	1
71 836	2	71 85	2	71 89	2
—		—		70 94	1
—		—		69 57	1
68 661	1	68 62	1	68 70	2
68 162	1	68 18	1	—	
—		—		67 7	1 u

5) Auf Zeeman-Effect untersucht

Clodius (41) Bogen		Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke	
—		—		2567 47	1
—		—		66 99	1
—		—		66 6	1
2566 638	1	2566 65	1	66 45	1
—		—		64 87	1
—		—		63 70	3
—		—		63 45	2
—		—		62 6	2
—		—		61 95	2
—		—		61 13	1
60 789	2	60 80	2	60 81	1
—		—		59 92	2
—		—		58 5	1
—		—		57 57	1
57 230	2	57 24	2	57 15	1
—		—		55 65	2
53 136	1	53 15	2	—	
—		—		52 00	1
—		—		51 70	3
—		—		50 42	1
—		—		50 14	1
—		49 60	2	—	
—		—		48 67	3
—		—		48 15	2
—		—		47 65	1 u
—		—		46 55	1
—		—		46 07	1
45 724	1	45 73	2	—	
—		45 30	1	45 29	1
—		—		44 41	1
—		—		43 23	2
—		—		42 88	1
—		41 75	1	—	
41 469	1	41 46	2	—	
—		—		39 05	1
—		—		38 42	5
—		—		37 81	1
—		—		36 90	1
—		34 41	1	34 42	2
—		—		31 94	1
—		—		31 10	2
30 516	1	30 54	1	30 30	2
—		—		30 06	4
—		29 23	1	—	
28 313	1	28 32	1	—	
28 158	1	28 11	1	—	
—		—		27 52	1
27 201	2	27 20	2	27 20	1
—		—		23 75	2
—		—		23 40	4
—		—		22 8	1

Clodius (41) Bogen		Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke	
—		—		2520 75	2
2519 597	2	2519 61	2	19 65	1
18 792	2	18 80	2	—	
—		—		18 41	3
—		18 15	1	—	
—		17 96	1	—	
—		17 65	1	—	
17 003	2	16 99	2	16 72	2
—		—		16 00	1
—		—		15 20	3
13 718	2	13 71	1	13 82	3
—		—		12 52	1
12 070	1	12 07	1	12 10	1
—		—		11 31	1
10 570	1u	10 7	1d	—	
10 182	1u	—		10 35	1
09 059	2	09 08	1	—	
08 202	1	08 21	1	—	
—		07 43	1	—	
—		—		06 49	1
—		—		06 19	1
—		—		05 94	1
04 400	3	04 40	2	04 43	1
—		02 64	2	—	
—		—		01 60	1
00 747	1	00 75	1	—	
2499 943	2	2499 95	1	—	
—		—		2498 94	2
—		—		97 98	1
—		—		97 0	1 u
96 400	3	96 40	2	96 5	1 u
—		95 15	1	—	
—		—		93 39	2
—		—		92 99	2
92 682	2	92 64	2	92 75	2
—		91 43	2	—	
—		—		90 9	2 u
—		—		90 21	1
—		—		89 9	1 d
—		—		89 41	2
—		—		87 18	1
—		—		86 76	1
—		—		86 42	2
—		—		85 60	1
—		—		83 90	3
—		—		83 18	3
—		—		79 90	2
79 219	2	79 25	1	—	
—		—		78 70	2r
—		—		77 85	1
—		—		77 03	1

Clodius (41) Bogen		Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke	
—		—		2475 78	1
—		—		75 03	1
2474 160	2	2474 16	1	—	
—		—		72 96	2
—		—		70 95	1
—		—		69 60	1
—		—		69 22	2
—		—		66 7	2u
—		—		66 33	1
—		—		65 87	1
—		—		65 73	1
—		—		65 02	1
—		—		62 44	1
—		—		60 95	1
—		—		60 54	1
—		—		59 05	1
—		—		58 90	1
—		—		56 9	1u
—		—		55 3	1u
—		—		54 55	2
—		—		54 14	1
—		—		52 80	1
—		—		50 45	1
—		—		50 03	2
—		—		49 70	2
—		—		46 97	1
—		—		46 15	1
—		—		45 65	1
—		—		45 18	1
—		—		38 55	2
—				35 40	1
—		—		33 31	2
—		—		30 20	1
—		—		29 75	1
—		—		28 45	1
—		—		25 75	1
—		—		25 30	1
—		—		20 20	1
—		—		19 98	1
—		—		19 50	1
—		—		16 48	2
—		—		13 73	1
08 860	1	08 83	1	—	
08 708	2	08 74	2	08 76	1
—		—		04 05	1u
—		—		00 32	1
2399 635	2	2399 65	1	2399 75	1
99 112	1	99 14	1	98 6	1
—		—		97.85	2
96 435	2	96 45	1	—	
—		95 86	1	—	

Clodius (41) Bogen		Exner und Haschek (34) Bogen		Exner und Haschek (30) Funke	
—		—		2394 10	2
2392 960	2	2392 96	1	—	
92 426	1	92 47	1	—	
—		—		89 86	2
89 513	1	89 50	1	—	
88 306	1	—		—	
86 838	2	—		—	
86 246	2	86 25	1	—	
85 742	1	85 80	1	—	
—		83 37	2	—	
—		—		81 59	2
79 969	1	80 00	1	—	
—		78 10	1	—	
—		73 80	1	—	
73 190	1	—		—	
73 949	2	73 00	1	—	
—		70 49	1	—	
—		68 58	1	—	
67 944	1	67 98	1	—	
66 921	2	66 93	2	66 89	2
66 404	2	66 40	1	—	
66 206	2	66 25	1	—	
66 028	2	66 04	1	—	
65 218	2	65 24	1	65 29	2
64 772	1	64 82	2	—	
62 275	1	62 30	1	—	
54 381	1	54 42	1	—	
49 002	1	48 02	1	—	
				45 41	3
				44 66	1
				40 55	1
				37 82	1
				34 62	1
				34 50	1
				34 33	1
				33 97	1
				33 56	2
				30 1	1
				24 99	4
				20 20	2
				19 49	2
				19 15	2
				14 82	2
				14 73	2
				10 10	1
				07 28	2
				06 94	1
				00 59	2
				2297 27	2
				95 64	2
				90 76	2

Exner u Haschek (30) Funke	
2289 31	1
87 30	1
84 58	2
77 58	1
76 56	2
75 60	2
73 50	2
65 02	1
61 83	1
58 75	1
58 25	1
58 15	2
57 90	1
57 70	1
57 55	1
56 76	1
56 15	2
52 14	1
51 62	2
50 10	1

Exner u Haschek (30) Funke	
2249 95	1
48 69	1
48 41	1
48 00	1
47 81	1
44 97	1
44 21	2
43 74	1
43 39	1
41 90	1
41 43	1
37 65	2
35 97	2
33 87	1
31 90	1
26 78	2
19 70	1
18 75	1
17 59	1
13 79	1

Exner u Haschek (30) Funke	
2211 90	1
08 79	1
03 32	1
2198 70	1
98 01	1
91 79	1
90 90	1
85 10	1
83 80	1
71 20	1
70 78	1
50 82	1
44 30	1
41 29	1
35 49	1
34 65	1
33 57	1
32 75	1

2. Bandenspectrum.

Wie schon bemerkt, ist der Ursprung desselben sehr unsicher Mitscherlich [5] beobachtet Banden zuerst in Funken nach Losung von Oxyd oder Chlorid, die Banden konnen also nicht zum Chlorid gehören, ubrigens werden keine Angaben uber die Kanten gemacht. — Dann sieht und misst Lecoq [9] die Banden auf gleiche Weise Sie seien unsichtbar, wenn der Funke sehr kurz ist, werden hell in langem Funken, und gleichzeitig tritt ein starker continuirlicher Grund auf, wohl von Verbreiterung und Ueberlagerung der Banden — Auch Ciamician [12] erhalt sie auf gleiche Weise, nennt sie Oxyd-Banden und giebt eine recht unklare Zeichnung, nach welcher man annehmen konnte, dass nicht nur nach Roth, sondern bei kurzeren Wellen auch nach Violett abschattirte Banden vorhanden seien Ich habe versucht, die Wellenlangen zu berechnen Lockyer [17] erhalt Banden in der Flamme, die offenbar identisch sind mit den vorigen Hagenbach und Konen [36] erhalten sie im Bogen vom Metall, ebenso Lord Blythwood und Scoble [40] mit grosserer Dispersion und weiter im Roth

Auch Stuting [47] erhält Banden im Bogen Seine Photographieen zeigen, dass es sich um in Linien aufgeloste Bandengruppen handelt, deren jede mehrere Kopfe enthalt Alle Banden sind nach Roth abschattirt Bei drei Bandengruppen hat Stuting je 4 Kanten messen konnen, die nach dem ublichen Gesetz gelagert sind

Wahrscheinlich werden die cannelirten Banden, welche Lockyer und Roberts [18] bei Absorption durch Chromdampfe sehen, damit identisch sein,

und auch der continuirliche Grund, welchen Hartley [20] in der Knallgasflamme erhält. Ob die Banden zum Oxyd oder zum Metall selbst gehören, ist unbekannt, ich würde eher letzteres vermuthen.

Lecoq (9)	Ciamician (12)	Lockyer (17)	Hagenbach u. Konen (36)	Blythwood u. Scoble (40)	Stüting (47)	Stüting (47)
—	—	—	—	735	—	6785 5
—	—	—	—	728	—	79 5
—	—	—	—	686	—	75 7
—	—	—	—	682	6772 3	72 3
—	—	—	—	649	—	—
6393	639	—	—	643	6394 5	6407 2
—	626	—	—	626	—	01 5
—	618	—	—	620	—	6397 9
6048	605	6040	6050	609	6051 9	94 5
—	594	—	—		—	—
5790	578	5800	—		5794 7	6064 8
5622	—	—	—		—	58 5
5566	557	5570	5567		5564 5	55 0
—	545	—	—		—	51 9
—	535	5360	—		—	—

Die weitere Zeichnung von Ciamician, nach welcher sich Banden noch bis etwa 452 erstrecken, ist gar zu undeutlich. Die Zahlen von Hagenbach und Konen und von Blythwood und Scoble habe ich abgelesen.

3. Verbindungsspectra.

Es ist nur eine Zeichnung des Spectrums vorhanden, welches entstehen soll, wenn Chlorchromsäure in Leuchtgas verbrennt, von Gottschalk und Drechsel [3], es hat offenbar nichts mit dem Absorptionsspectrum derselben Säure zu thun, ist wohl überhaupt zweifelhaft.

Von anderen Chromverbindungen sind nur Absorptionsspectra bekannt. Dafür siehe Bd. III p. 367.

CAESIUM (Cs = 132 9) [1]

Literatur

[1] G Kirchhoff und R Bunsen, Chemische Analyse durch Spectralbeobachtungen Pogg Ann **110** p 160—189 (1860), Ann chim et phys (3) **62** p 452—486 (1861), Phil Mag (4) **22** p 329—349 (1861) Entdeckung des Elementes, Flammenspectrum

[2] R Bunsen, Ueber ein neues, dem Kalium nahestehendes Metall Berl Monatsber 1860 p 221—223 Flammenspectrum

[3] G Kirchhoff und R Bunsen, Chemische Analyse durch Spectralbeobachtung Pogg Ann **113** p 337—381 (1861) Ann chim et phys (3) **64** p 257—311 (1862) Flammenspectrum Verbindungsspectra

[4] R Bunsen, Ueber ein funftes, der Alcaligruppe angehorendes Element Berl Monatsber 1861 p 273—275 Flammenspectrum

[5] J W Johnson and O D Allen, On the equivalent and spectrum of caesium Amer J (2) **35** p 94—98 (1862), Chem News **7** p 110 (1862) Flammenspectrum

[6] J W Johnson and O D Allen, On the equivalent and spectrum of caesium Phil Mag (4) **25** p 196—200 (1863) Flammenspectrum

[7] R Bunsen, Zur Kenntniss des Casiums Pogg Ann **119** p 1—11 (1863) Flammenspectrum

[8] J W Johnson, On caesium Amer J (2) **36** p 413—415 (1863) Chem News **9** p 2—3 (1864) Flammenspectrum

[9] A Belohoubek, Beitrag zur spectralanalytischen Nachweisung der Alcalien Zs f pract Chem **99** p 235—236 (1866) Empfindlichkeit verschiedener Salze bei Flammenreaction

[10] R Thalén, Om Spectralanalys Upsala Univ Årsskr 1866 Funkenspectrum

[11] R Thalen, Memoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies metalliques Nova acta reg soc Upsal (3) **6** (1868) Funkenspectrum

[12] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux Paris 1874 Flammenspectrum

[13] R Bunsen, Spectralanalytische Untersuchungen Pogg Ann **155** p 230—252, 366—384 (1875) Funkenspectrum, quantitativ

[14] G Ciamician, Ueber die Spectren der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen Wien Ber **76,** II p 499—517 (1877) Funke nach Flussigkeiten Flammenspectrum, Homologieen

[15] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours No I Proc Roy Soc **27** p 132—136 (1878) Nature **19** p 163 (1878), Absorption von Cs Cl in erhitzter Rohre

[16] G D Liveing and J Dewar, Studies in spectrum analysis Cambr Proc **3** p 208—209 (1878) Linienspectrum in Absorption

[17] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours No II Proc Roy Soc **27** p 350 354 (1878) Funkenspectrum, Absorption in Cs Cl-Dampf

[18] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours Proc Roy Soc **28** p 352—358 (1879) Absorption in den Dampfen von Cs-Salzen

[19] J Dewar, On the origin and identity of spectra Proc Roy Instit **9** p 674—703 (1882) Serien im Linienspectrum

[20] J N Lockyer, Researches on the spectra of meteorites A report to the Solar Physics Committee Proc Roy Soc **43** p 117—156 (1887) Flammenspectrum

1) Dieses Element ist von Prof H Konen bearbeitet worden

[21] H Kayser und C Runge, Ueber die Spectren der Elemente 3 Abschnitt Ueber die Linienspectren der Alcalien Abhandl Berl Akad 1890 Bogenspectrum Serien

[22] H Kayser und C Runge, Ueber die Spectren der Elemente 3 Ueber die Linienspectren der Alcalien Wied Ann **41** p 302—320 (1890) Bogenspectrum

[23] B W Snow, Ueber das ultrarothe Emissionsspectrum der Alcalien Wied Ann **47** p 208—251 (1892), Physic Rev **1** p 28—116, 221—223 (1893) Ultrarothes Bogenspectrum

[23a] H Kayser u C Runge, Ueber die ultrarothen Spectren der Alcalien Wiedem Ann **48** p 150—157 (1893) Zu Vorigem

[24] D Cochain, Sur les spectres des flammes de quelques metaux C R **116** p 1055—1057 (1893) Flammenspectrum

[25] W N Hartley, Flame spectra at high temperatures, Part I Oxyhydrogen blowpipe spectra Proc Roy Soc **54** p 5—7 (1843) Continuirliches Flammenspectrum

[26] W N Hartley, Method of observing the spectra of easily volatile metals and their salts, and of separating their spectra from those of alkaline earths J chem soc **63** p 138—141 (1893) Flammenreaction

[27] W J Humphreys, Changes in the wave-frequencies of the lines of emission spectra of elements, their dependance upon the elements themselves and upon the physical conditions, under which they are produced Astrophys J **6** p 169—232 (1897) Druckverschiebung im Bogenspectrum

[28] W N Hartley, The wide dissimination of some of the rarer elements, and the mode of their association in common ores and minerals J chem Soc **71** p 533—547 (1897) Nachweis durch Flammenspectrum

[29] F Exner und E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **107,** IIa p 182—206 (1898) Funkenspectrum

[30] H Lehmann, Die ultrarothen Spectren der Alcalien Freiburg 1900, bei Lehmann Nachf Ultrarothes Linienspectrum des Bogens

[31] H Lehmann, Photographie der ultrarothen Spectren der Alcalimetalle Diss Freiburg 1901 Ultrarothes Bogenspectrum

[32] W Schuler, Versuche uber die Empfindlichkeit der spectralanalytischen Reactionen Diss Bonn 1901, Ann d Phys (4) **5** p 931—942 (1901) Flammen- und Funkenspectrum

[33] W N Hartley and H Ramage, An investigation of the spectra of flames resulting from operations in the open hearth and basic Bessemer process Proc. Roy Soc **68** p 93—97 (1901), Ber chem Ges **34** p 799—804 (1901) Linienspectrum beim Bessemer-Process

[34] H Lehmann, Photographie der ultrarothen Spectren der Alcalien Ann d Phys (4) **5** p 633—658 (1901) Ultrarothes Bogenspectrum

[35] W N Hartley and H Ramage, A simplified method for the spectrographic analysis of minerals J Chem Soc **79** p 61—71 (1901) Qualitative Spectralanalyse, Vorkommen des Linienspectrums

[36] W N Hartley and H Ramage, The mineral constituents of dust and soot from various sources Proc Roy Soc **68** p 97—109 (1900) Linienspectrum bei technischen Processen

[37] H Ramage, The spectra of potassium, rubidium, and caesium, and their mutual relations Proc Roy Soc **70** p 304—312 (1902) Astrophys J **16** p 42—52 (1902) Flammenspectrum

[38] W N Hartley and H Ramage, An investigation of the spectra of flames at different periods during the basic Bessemer process J of Steel and Iron Instit 1902 II Linienspectrum beim Bessemer-Process

[39] F Exner und E Haschek, Wellenlangen-Tabellen für spectralanalytische Untersuchungen auf Grund der ultravioletten Funkenspectren der Elemente Leipzig und Wien 1902 Funkenspectren

[40] H Konen und A Hagenbach, Ueber die Linienspectra der Alcalien Physik. Zs **4** p 800—804 (1903) Flammenspectrum, Funke

[41] H Lehmann, Ultrarothe Flammenspectra Zs wiss Photogr **1** p 135—139 (1903) Photographie von λ 8528 in Bunsenflamme

[42] W Ritz, Zur Theorie der Serienspectren Diss Göttingen 1903, 76 pp Ann d Phys (4) **12** p 264—310 (1903) Physik Zs **4** p 406—408 (1903) Vorhersage von Linien, Formeln.

[43] F A Saunders, Some additions to the arc spectra of the alkali metals Proc Amer Acad 40 p 439—453 (1904) Astrophys J 20 p 188—201 (1904) Bogenspectrum

[44] P Lenard, Ueber die Lichtemissionen der Alcalimetalldampfe und Salze und uber die Centren dieser Emissionen Ann d Phys (4) 17 p 197—247 (1905) Spectra in Flamme

[45] F Exner und E Haschek, Wellenlangen-Tabellen fur spectralanalytische Untersuchungen auf Grund der ultravioletten Bogenspectren der Elemente Leipzig und Wien 1904 Bogenspectrum

[46] A S King, Ueber Emissionsspectra von Metallen im electrischen Ofen Ann d Phys (4) 16 p 360 - 381 (1905) Linienspectrum in electrischem Ofen

[47] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectra der meisten Elemente Jena 1905 Bogen, Funken und Flammenspectrum

[48] P G Nutting, Line structure I Astrophys J 23 p 64—78 (1906) Structur der Bogenlinien

[49] Sir N Lockyer, Tables of wave-lengths of enhanced lines Solar Physics Committee, 1906 Enhanced lines

[50] C Fredenhagen, Spectralanalytische Studien Ann d Phys (4) 20 p 133—173 (1906) Spectrum in verschiedenen Flammen

[51] C Fredenhagen, Die Emissionsursache der Hauptserienlinien der Alcalimetalle und der Dopplereffect an den Kanal- und Anodenstrahlen Physik Zs 8 p 927—928 (1907) Flammenspectrum

[52] E Goldstein, Ueber zweifache Linienspectra chemischer Elemente Verh physikal Ges 9 p 321—332 (1907) Funkenspectra in Vacuumröhren

[53] C Fredenhagen, Ueber die Emissionsursachen der Spectren Physik Zs 8 p 729—731 (1907) Verh physik Ges 9 p 393—407 (1907) Funkenspectrum in Vacuumrohren

[54] F Schön, Beitrage zur Kenntniss der anomalen Dispersion von Metalldampfen Dissert Jena 1907 Anomale Dispersion im Linienspectrum.

[55] A Bergmann, Beiträge zur Kenntniss der ultrarothen Emissionsspectren der Alcalien Diss Jena 1907, 63 pp Ultrarothes Bogenspectrum

[56] F Leder, Ueber die absolute Intensitätsvertheilung im continuirlichen Grunde der Alcalimetallspectren, über die Strahlung der Hefner-Lampe und des Osmiums Ann d Phys (4) 24 p 305—325 (1907) Continuirliches Flammenspectrum

[57] W N Hartley, On the thermo chemistry of flame spectra at high temperatures Proc Roy Soc 79 A p 242—261 (1907) Continuirliches Spectrum in Flammen

[58] W J H Moll, Onderzoek van ultra-roode spectra Diss 81 pp, Utrecht (1908) Proc Amsterdam 1907 p 544—548, Arch Néerl (2) 13 p 100 - 134 (1908) Ultrarothes Bogenspectrum

[59] W N Hartley, An investigation of the connection between band- and line spectra of the same metallic elements Dublin Trans (2) 9 p 85—138 (1908) Flammenspectrum

[60] E Goldstein, Ueber Erzeugung von Linienspectren Ann d Phys (4) 27 p 773 - 796 (1908) Funkenspectrum in Vacuumröhren

[61] V Carlheim-Gyllenskold, Sur les luminescences causees par les rayons canaux Ark f Math Astron och Fysic 4 No 33 (1908) Linienspectrum bei Bestrahlung

[62] W Ritz, Ueber ein neues Gesetz der Serienspectren Physik Zs 9 p 521—529 (1908) Astrophys J 28 p 237—243 Bau des Linienspectrums, neue Linien, Kritik der Wellenlängen

[63] C Runge, Ueber die Spectren der Alcalien Physikal Zs 9 p 1—2 (1908) Astrophys J 27 p 158 160 (1908) Zuordnung der ultrarothen Serienlinien

[64] F A Saunders, Note on series in alcali metal spectra Astrophys J 28 p 71—74 (1908) Bau des Linienspectrums, Details

[65] W Ritz, Ueber die Spectren der Alcalien Physikal Zs 9 p 244—245 (1908) Bau des Linienspectrums, Details

[66] H Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldampfen Diss Bonn 1909 Zs wiss Photogr 7 p 89—112 (1909) Anomale Dispersion im Linienspectrum

[67] H Auerbach, Spectroscopische Untersuchung uber das Verhalten der Metallsalze in Flammen von verschiedener Temperatur Zs f wiss Photographie 7 p 30—66 (1909) Flammenspectrum

Das Casium hat bekanntlich [1] die Reihe der vermittelst der Spectralanalyse entdeckten Elemente eroffnet[1]) Kirchhoff und Bunsen [1, 2, 3, 4] beschreiben das Flammenspectrum in verschiedenen Flammen Alle Salze geben das gleiche Spectrum, dazu einen continuirlichen Grund Zugleich giebt Bunsen [4] eine Zeichnung, die er selbst schon als unvollstandig kennzeichnet und die dann von Johnson und Allen [5, 6, 8] corrigirt wurde, die zugleich eine Anzahl weiterer Casium-Linien beschreiben Dies giebt Bunsen Veranlassung, eine neue Zeichnung zu publiciren, in der die Correctionen vorgenommen sind [7] Spater hat dann Bunsen, nachdem bereits der Atlas von Lecoq erschienen war, nochmals neue Zeichnungen gegeben und sie zugleich durch eine Zeichnung des Funkenspectrums nach Kohlespitzen mit CsCl-Losung erganzt [13] Im Ganzen haben Kirchhoff und Bunsen in verschiedenen Arbeiten vier Linien des Funkenspectrums und 16 Linien des Flammenspectrums angenahert gemessen [1, 2, 3, 4, 7, 13] Zugleich haben sie schon die Empfindlichkeit der Flammenreaction zu bestimmen gesucht, gefunden, dass die verschiedenen Salze verschiedene spectrale Empfindlichkeit besitzen und Zahlenangaben dafur gemacht Weitere Angaben dieser Art bringt Belohoubek [9] (vergl oben p 18)

Die weiteren Messungen aus alterer Zeit stimmen sehr wenig uberein Thalen giebt eine Zeichnung und misst angenahert die Wellenlange einer Linie des Funkenspectrums [10, 11] Lecoq misst das Spectrum in der Bunsenflamme und giebt eine Anzahl neuer Linien sowie eine Zeichnung [12]. Ciamician [14] beschreibt aufs neue das Flammen- und Funkenspectrum und stellt in Anknupfung daran Betrachtungen uber die Homologie der Spectra an (vergl Bd II p 584)

Liveing und Dewar [15, 16, 17, 18] erhitzen CsCl zusammen mit Natrium in einer Verbrennungsrohre oder in einem Porzellanrohr und beobachten Umkehrung der beiden Hauptlinien gegen den gluhenden Hintergrund; in einer weiteren Mittheilung macht Dewar [19] auf die Homologieen zwischen dem Casiumspectrum und den anderen Alcalienspectren aufmerksam Lockyer endlich giebt einige Notizen uber das Spectrum in einer Wasserstoff-Sauerstoffflamme und misst eine neue Linie [20]

Wahrend die Angaben aller bisher genannten Beobachter nur sehr unbefriedigend übereinstimmen, selbst fur die starksten Linien, untersuchen und messen Kayser und Runge [21, 22] zum ersten Male ocular und photographisch das ganze Spectrum zwischen etwa 7000 und 3600 im Bogen und weisen die Existenz der Hauptserie und der ersten Nebenserie nach

Snow [23] bringt im Anschluss an die Arbeiten von Kayser und Runge bolometrische Messungen der ultrarothen Bogenspectren, durch die die Existenz weiterer Linien nachgewiesen wird, deren Wellenlangen jedoch nur angenahert bestimmt werden Kayser und Runge [23 a] zeigen, dass Snow viele Verunreinigungen gemessen hat

1) Vergl d Handb Bd I p 86

Es schliessen sich nun einige Arbeiten uber das Flammenspectrum an Cochain [24] photographirt einige Linien, darunter ein neues Paar der Hauptserie in der Flamme

Hartley [25, 26, 28] macht bei Gelegenheit seiner Untersuchungen uber die Spectra im Knallgasgeblase und in den Spectren der Flammen beim Bessemerprocess [35, 36, 38] auch Angaben fur das Casiumspectrum Er beschreibt das auch von Bunsen, Lecoq und Snow beobachtete continuirliche Spectrum und benutzt das Flammenspectrum zur qualitativen Analyse von Mineralien oder Nebenproducten bei technischen Processen

Ferner ist in diesem Zusammenhange die Arbeit von Schuler [32] zu nennen, der die Empfindlichkeit der Flammen- und Funkenreaction des Casiums fur verschiedene Salze untersucht 1)

Auf das Bogenspectrum beziehen sich die Untersuchungen von Humphreys [20], der fur einige Casium-Linien die Druckverschiebung misst

Lehmann [30, 31, 34] photographirt als erster das ultrarothe Spectrum Er misst eine Anzahl von Linien, deren Existenz zum Theil schon Snow nachgewiesen hatte, und ordnet sie in die Haupt- und erste Nebenserie ein Einige weitere Linien lassen sich jedoch nicht in Serien unterbringen

Das wenig untersuchte ultraviolette Funkenspectrum photographiren Exner und Haschek [29] In ihren Wellenlangentabellen [39] bringen sie spater neue Messungen, auch fur das Bogenspectrum [45]

Ramage [37] photographirt das Spectrum des Casiums in der Knallgasflamme von 7000 etwa bis 3287 Neben einigen nicht in Serien unterzubringenden Linien findet er zahlreiche neue Linien, die zum Theil der zweiten Nebenserie, zum Theil der Hauptserie angehoren

Hagenbach und Konen [40] wiederholen die Versuche von Ramage und bestatigen die von Ramage gefundenen Linien mit einer Ausnahme Ferner untersuchen sie das Bogen- und Funkenspectrum und vermuthen die Existenz weiterer Serien im Ultraroth

Endlich erganzt Lehmann [41] das Flammenspectrum durch den photographischen Nachweis der Linie 8538 in der Bunsenflamme.

Die Arbeit von Ritz [42] beschaftigt sich nur theoretisch mit dem Càsium-Spectrum Sie ist hier genannt, weil Ritz in ihr eine neue Formelgruppe fur das Casium-Spectrum aufstellt, die die Existenz weiterer ultrarother Linien vorhersagt

Neue Linien werden von Saunders [43] aufgefunden, der das sichtbare und rothe Spectrum des Bogens photographirt Saunders glaubt, sie mit anderen uberschussigen Linien in zwei neue Serien ordnen zu konnen, die auch fur andere Alcalien gefunden wurden, zuerst von Lenard

Dieser macht [44] gleichfalls einige Angaben fur Casium Er untersucht das Chlorid, Bromid und Sulfat in der Flamme, findet farbiges Gluhen,

1) Vergl hierzu auch Bd I, p 153 u p 230, von der dort genannten Literatur besonders E Cappel, Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Empfindlichkeit der Spectralreactionen Pogg Ann **139** p 628—639 (1870)

continuirliches Spectrum des Dampfes neben Linien und ungleichmassige Vertheilung der Emission in der Bunsenflamme Das continuirliche Spectrum zeigt in der Bunsenflamme die gleiche Helligkeitsvertheilung wie in der Knallgasflamme, gleiche Farbe und Zusammensetzung wie das Gluhlicht der Salzperlen Der continuirliche Grund erscheint ebenso wie die Nebenserien im inneren Mantel am hellsten Hieraus ergeben sich fur Lenard Schlusse auf die Natur der emittirenden Theile (vergl weiter unten) — King [46] photographirt drei Paare des Linien-Spectrums in einem electrischen Widerstandsofen, variirt die Stromstarke und findet Wandern des Intensitatsmaximums nach dem kurzwelligen Ende des Spectrums

Hagenbach und Konen [47] bringen Photographieen und Beschreibung des Funken-, Flammen- und Bogenspectrums sowie des continuirlichen Grundes

Nutting [48] macht Angaben uber die Feinstructur der Linien des Linienspectrums

Lockyer [49] giebt eine Liste der enhanced lines

Fredenhagen [50, 51, 53] untersucht das Spectrum von Casiumverbindungen in verschiedenen sauerstofffreien Flammen und in Vacuumrohren Er findet, dass in sauerstofffreien Flammen keine Linien ausgesendet werden, und schliesst, dass diese an die Bedingung einer Sauerstoffreaction bezw Verbindung geknupft sind Aus den Versuchen mit Vacuumrohren, bei denen das Spectrum frei von den Linien der Hauptserien erhalten werden kann, ergiebt sich dann, dass die genannte Bedingung nur fur die Hauptserien gilt Auch werden einige neue Linien angegeben

In ahnlicher Weise untersucht Goldstein [52, 60] das Linienspectrum an Salzen, die durch die Entladung selbst in einer Vacuumrohre verdampft werden Er findet eine grossere Anzahl neuer Linien und schliesst auf die Existenz mehrfacher Spectra des Casiums, die keine Linie gemeinsam haben

Schon [54] untersucht die anomale Dispersion an zwei Paaren der Hauptserie in Flammen von verbrennenden Gasen und in Bogenflammen Seine Untersuchungen werden von Geisler [66] fortgesetzt

Bergmann [55] untersucht auf phosphorographischem Wege das ultrarothe Bogenspectrum Er findet eine Anzahl neuer Linien, die zum Theil der zweiten Nebenserie, zum Theil einer neuen Serie von Paaren angehoren, über deren Character und Einordnung die Arbeiten von Ritz [62, 65], Runge [63] und Saunders [64] handeln

Gleichfalls mit dem ultrarothen Spectrum des Bogens beschaftigt sich Moll [58] Er misst mit Bolometer und findet Linien bis 3 μ, deren Einordnung nach verschiedenen Formeln gepruft wird

Mit dem continuirlichen Spectrum beschaftigen sich die Arbeiten von Leder [56] und Hartley [57] Ersterer macht photometrische Messungen uber die absolute Energievertheilung im continuirlichen Flammenspectrum und ihre Beziehung zur Intensitatsvertheilung in den Nebenserien Hartley [57, 59] photographirt die continuirlichen Spectra verschiedener Salze in der Sauer-

stoff-Wasserstoffflamme. Er fasst sie als Bandenspectra auf, findet jedoch keine Auflösung in Linien. Weiterhin photographirt Hartley [59] das Flammenspectrum wechselnder Mengen von CsCl von 7800—3300, misst die Linien und schätzt die Abnahme ihrer Intensität mit abnehmendem Verbrauch von CsCl, ausserdem findet er wieder das continuirliche Spectrum.

Endlich untersucht Auerbach [61] das Linienspectrum in verschiedenen Flammen, die mit Lösungen gespeist werden, und vergleicht die photographisch geschätzten Intensitäten.

Carlheim-Gyllensköld [61] findet unter dem Einfluss von Kanal- oder Kathodenstrahlen keine Linien, wohl aber ein continuirliches Spectrum an CsCl.

1. Linienspectrum.

Das Linienspectrum des Cäsiums lässt sich erhalten im Bogen, Funken, in der Flamme und in Vacuumröhren. Zuerst an einem Paar der Hauptserie im Flammenspectrum erkannt, ist es erst allmählich genauer untersucht worden. Wie bereits Kayser und Runge bemerkt haben [21], sind die meisten Linien des Cäsiumspectrums sehr diffus, in der zweiten Nebenserie unscharf nach Roth, in der dritten unscharf nach Violett. Spectralapparate mit grosser auflösender Kraft sind in Folge dessen zur Auffindung schwächerer Linien nicht geeignet. Da ferner die Serien des Cäsiumspectrums in Folge des hohen Atomgewichtes des Metalls hauptsächlich im sichtbaren Theil des Spectrums und im Ultraroth verlaufen, hat es verhältnissmässig lange gedauert, bis man sie vollständig aufgefunden hat. Erst in neuester Zeit ist es geglückt, die zweite Nebenserie aufzufinden und ähnliche Serien nachzuweisen, wie sie bereits für die anderen Alcalien gefunden worden waren. Da die Cäsiumlinien im Bogen besonders unscharf sind, so eignet sich die Gebläseflamme hervorragend zur Erzielung vollständiger Spectra. Verfahren zur Herstellung der Gebläseflammen sind von Hartley [59], Ramage [37], Konen und Hagenbach [40], Lehmann [41] u. A. angegeben worden. Im Bogen erscheint das Cäsiumspectrum leicht und intensiv. Die Linien der Hauptserie sind dabei meist umgekehrt. Weniger günstig ist der gewöhnliche Funke für das Serienspectrum, wenn auch von einigen Beobachtern recht vollständige Spectra durch Funken nach Lösungen erhalten worden sind.

Schuler [32] macht die folgenden Angaben über die Empfindlichkeit der Reaction in der Bunsenflamme und im Funken bezogen auf das blaue Paar $\lambda = 4560$. Flamme: CsCl 1 : 30 000 mgr, CsJ 1 : 15 000 mgr, CsBr 1 : 15 000 mgr, $CsNO_3$ 1 : 15 000 mgr, Cs_2SO_4 1 : 10 000 mgr, $CsAl(SO_4)_3$ 1 : 7000 mgr. Funke: CsCl 1 : 10 000 mgr, CsBr 1 : 5000 mgr, CsJ 1 : 5000 mgr, $CsNO_3$ 1 : 5000 mgr, Cs_2NO_4 1 : 4000 mgr, $CsAl(SO_4)_3$ 1 : 2000 mgr, alle Zahlen bezogen auf gleiche Gewichtsmengen Metall.

Das Funkenspectrum wird leicht erhalten, wenn man Selbstinduction einschaltet und einen Luftstrom durch die Funkenstrecke bläst. Im gewöhnlichen Funken erhält man zahlreiche neue Linien, während die Serienlinien zurücktreten.

Endlich lasst sich auch das Linienspectrum darstellen, indem man Casiumsalze oder Metall in Vacuumrohren verdampft und Strom durchgehen lasst, oder indem man Salze in die Entladungsbahn bringt und das Salz durch den Strom selbst verdampfen lasst Nach Fredenhagen [50, 51, 53] und Goldstein [52, 60] erhalt man auf diese Weise Abarten des Linienspectrums, in denen die Serienlinien fehlen und neue Linien vorherrschen Genaue Untersuchungen hieruber stehen noch aus *)

Humphreys [27] hat einige Casiumlinien auf Druckverschiebung untersucht, dass die Linien, der Hauptserie zum mindesten, anomale Dispersion bewirken, ist durch Schon [54] und Geisler [66] gezeigt worden

Ueber den Trager des Linienspectrums stimmen die Ansichten noch nicht uberein Wahrend die meisten Beobachter, wohl mit Recht, das Spectrum dem Metall selbst zuschreiben, schliesst Fredenhagen [50, 51, 53] aus der Thatsache, dass das Spectrum in allen sauerstoffhaltigen Flammen (Bunsenbrenner, Kohlenoxyd-Flamme etc) im Wesentlichen das gleiche ist, in den Haloid-Wasserstoffflammen jedoch ausbleibt, ferner dass man bei Entladungen durch erhitzten Casiumdampf in einem Vacuumrohr nur die Nebenserien, nicht die Hauptserie erhalt, dass nur die den Nebenserien angehorenden Linien dem Metall selbst zukommen, wahrend die Hauptserie dem Oxyd oder auch dem Process $Cs \rightleftarrows O$ eigenthumlich ist Abweichend hiervon vertritt Lenard [44] die Ansicht, dass jede Serie von Linien einen besonderen Trager habe, der aus dem Metallatom durch Abgabe einer bestimmten Anzahl von negativen Electronen entsteht Zu einer Discussion dieser Annahmen ist hier nicht der Ort

Der Zeeman-Effect ist anscheinend noch nicht fur Casium untersucht worden Es ist ferner wahrscheinlich, dass sich keine Casiumlinien im Sonnenspectrum finden

3)	Moll (58) Bogen 1)	Bergmann (55) Bogen 13)	Snow (23) Bogen 23)	
	39100 10			
I N I 3	34500 30			
I N II 3	29300 50			
	23500 5			
	20300 5			17)
	17000 5			17)
	—		15750 (?)	
	—		15200 (?)	
	14500 80	14766 4s	14500	16)
	13500 70	13771 4s	13230	
	—	13597 4s	—	16)

*) Vergl dazu die Tabelle

1) Die Zahlen von Moll beziehen sich auf die Dispersionsbestimmungen von Rubens fur Steinsalz Man findet in (58) die gleichen Werthe auch auf Langley bezogen Die auf Langley bezogenen Zahlen sind 3 97, 3 51, 3 00, 2 41, 2 08, 1 74, 1 48, 1 37, 1 01, 0 920, 0 895, 0 855, 0 803, 0 729, 0 698, 0 772 μ Die Intensitatsangaben bedeuten Bolometerangaben

3)	Moll (58) Bogen 1)	Bergmann (55) Bogen 13)	Lehmann (34) Bogen 13)	Saunders (43) Bogen	Kayser u Runge (21) Bogen 13)	Snow (23) Bogen 23)	Ramage (37) Flamme	Lecoq (12) Flamme	Hartley (59) Flamme	
	—	—				12050 (?)				
	—	—				11500 (?)				
	10000 90	10127 4 s				9950 (?)				15) 19)
	—	10028 4 s				—				15) 19)
I N I, 4	—	—	9211 86 3							1?)
	9140 75	—	9171 38 3			9000				19a)
H I, 3	8910 200	—	8949 92 2			—				?)
I N II, 4	—	—	8766 10 2			8820				
H II, 3	8510 250	—	8527 72 1			8650				6) 8)
	—	—	—			8330 (?)				
	—	—	8082 02 3			—				19)
	8010 40	—	8019 62 3	8007 1		—				19)
	—	—	—	7944 7		7900				
	—	—	—	—		7750				
	—	—	7616 58 3	—		—				
	—	—	—	7609 7		—				
	7270 12	7283 2 u	—	7250 5		—			7290 1	15) 19)
	—	7233 2 u	—	—		—			7236 1	15) 19)
	—	—	7227 46 4	7228 8		7210			—	
	—	—		6983 8		—	6984 6		—	
I N II, 5	6970 12	—		6973 1	6973 9 6 R	6940	6974 9	6975	6973 6	18)
	—	6876 3 u		6872 6	—	—	6869 2	—	6866 9	15) 19)

2) Die Zahlen von Goldstein sind nur vorläufige Angaben, doch zeigt bereits jetzt der Vergleich mit den früheren Messungen, dass das von Goldstein beobachtete „Grundspectrum" zahlreiche Linien, darunter Serienlinien, mit dem Flammen-, bezw Funkenspectrum gemeinsam hat, entgegen der Behauptung Goldstein's Goldstein wie auch Fredenhagen (52), (53) geben an, dass die Hauptserie in Vacuumröhren bei starken Entladungen ganz fehle Aus dem genannten Grunde ist das „Grundspectrum" in der Tabelle nicht gesondert aufgeführt, seine Existenz muss als zweifelhaft bezeichnet werden

3) Die in der ersten Spalte enthaltene Eintheilung der Linien nach Serien entspricht der in Bd II p 538 gegebenen Tabelle Seit dem Erscheinen von Bd II haben sich besonders Ritz (42, 62, 65), Ramage (37),

3)	Moll (58) Bogen 1)	Bergmann (55) Bogen	Saunders (43) Bogen	Kayser und Runge (21) Bogen 13)	Snow (23) Bogen	Exner und Haschek (45) Bogen	Exner und Haschek (39) Funke	Ramage (37) Flamme	Lecoq (12) Flamme	Hartley (59) Flamme	Goldstein (52) Vacuumrohr 2)	Lockyer (49) Funke 4)	
	—	6831 3 u	—	—	—			—	—	—			15) 19)
	—	—	6826 9	—	—			6829 2	—	6822 2 u R			
I N II, 5	6710 18	—	6723 7	6723 6 8 u R	6740			6722 9	6723	6730 2 u R			
		—	—	—	—			—	—	6712 9 u R			19)
		—	6630 5	—	—			6630 2	—	6630 2			
		6620 4 u	—	—	—			—	-	—			
		6589 3 s	6588 0	—	—			6590 8	—	6590 8			14) 16) 19) 20)
		—	6587 3	—	—			—	—	—			19)
		—	6475	—	6460			6472 2	—	6472 2			
		—	6434	—	—			6433 2	—	6433 2			19)
		6358 3 s	6359	—	—			—	—	—			16) 19)
			6355 3	—	—			6354 8	—	6356 8 u R			14)
			6325	—	—			—	—	6334 1 u			19)
			6217 6	—	—			6217 6 2	6219	—			18)
I N I, 6			6213 1	6213 4 2 uR	6190			6213 33 8	—	6214 8			14) 22)
			6034 8	—	—			6034 43 4	—	6034 4			
I N II, 6				6010 6 4 uR	6010			10 59 8	6007	6010 8			22)
				—	—			—	—	—	5928		
I N I, 7				5845 1 4 uR	5828			5847 86 2	5850	—	5840		18)
				—	—			45 31 8	—	5843 8 s	—		22)
				—	—			39 33 2	—	—	—		14)
				—	—			5746 37 1	—	5748 1 s	—		14)
I N II, 7				5664 0 6 uR	—			5664 14 7	5662	5664 8 s	—		
I N I, 8				5635 1 4 uR	5635			35 44 5	5637	5635 8 s	—		
				5579 3 1 uR	5528			5574 4 1	5572	5578	5560		14)
				—	—			68 9 1	—	—	—		14)
I N I, 9				—	—			03 1 3	5501 9	5503 5 s	—		
I N II, 8				5465 8 2 uR	—			5466 1 4	—	5466 5 s	—		
I. N I, 10				—	—			14 4 1	5410 9	5417 2	—		
				—	—			07 5 1	—	—	—		14)
				—	—			5351 1	—	5351 1	5370		
I. N. I, 11				—	—			5341 15 3	5345 9	5341 1	5350		

I N II,9			—	—			5304 1	5310 8	5304 2	—		
I N II,10			—	—			5256 96 1	5257 8	5258 2	5250		
			—	—			—		—	5230		
			—	—			09 1		—	—		12)
			—	—			5199 1		5195 1	—		
			—	—			54 1		5154 1	—		
			—	—			—		5118	—		
			—	—			—		—	5050		
			—	—			—		—	4970		
			—	—			—		—	—	4869 9	
			—	—			—		—	4955	—	
			—	—			—		—	4870	—	
			—	—			—		—	4830	4830 1	
			—	—			—		4804 1	—	—	
			—	—			—		4762 2	—	4763 6	
			—	—		4616 2 1	—		—	4660	4616 1	
			—	—		04 00 30	—		—	4603	03 7	[11) 21) 22)
H I, 4			4593 34 61	4600	4593 39 50u	4593 53 2	4593 30 8		4596 8		—	5) 6) 7) 9) 10)
			—	—	—	—	—		—		4572 7	
H I, 4			4555 44 8r	4565	4555 52 300u	4555 48 10u	4555 46 10		4556 8		—	5) 6) 7) 9) 11)
			—		—	40 2 1	—		—		4540 0	[11) 21) 22)
			—		—	26 90 4	—		26 2		26 9	
			—		—	—	—		—		10 7	

Saunders (43, 64), Runge (63), Bergmann (55) und Moll (58) mit der Zerfällung des Casiumspectrums in Serien beschaftigt Da sich die neueren Untersuchungen durchweg auf die Ritzschen Formeln und Symbole stutzen, lasst sich der Bau des Casiumspectrums nicht genugend aus der hier gegebenen alteren und unvollstandigen Bezeichnung erkennen Ritz (92) hat zuerst die zweite Nebenserie nach seiner Formel berechnet, dann hat Ramage (37) die von ihm gefundenen Linien zu einer zweiten Nebenserie zusammengefasst (siehe Anm 14) Saunders (43) findet wieder funf neue Linien, die er zunachst glaubt, in besondere Serien einordnen zu konnen, die sich jedoch spater als Glieder der von Bergmann gefundenen (55) Serie erweisen (vgl Anm 15) Die I N besitzt einen Satelliten, der mit den Gliedern des starkeren Zweiges die constante Wellenlangendifferenz bildet, er wird von Saunders (64) bezeichnet und von Ritz (62) berechnet (vgl Anm 18) Runge (63) hat zunachst die 3 Nebenserie als Hauptserie bezeichnet, wahrend Ritz (62) sie als Nebenserie auffasst und aus seinem Combinationsprincip alle von Saunders, Bergmann, Kayser und Runge, Ramage gemessenen Linien berechnet (62) Saunders giebt eine neue Berechnung der dritten Nebenserie (vgl Anm 19) (64) Vergl auch F Paschen, Ann d Phys (4) **29** p 641 (1909) 4) Enhanced lines 5) Im electrischen Ofen von King (46) photographirt 6) Zeigt nach Schön (54) anomale Dispersion 7) Von Geisler (66) auf anomale Dispersion untersucht 8) Von Lehmann in der Bunsenflamme photographirt (41) 9) Von Liveing und Dewar (15, 16, 17, 18) in Umkehrung beobachtet, wenn CsCl mit Na erhitzt wird 10) Druckverschiebung durch Humphreys gemessen (27) 11) Fehlen nach Fredenhagen (53) im Spectrum des Cs-Dampfes, nach Goldstein (52) bei grossen Entladungsdichten, beides in Vacuumrohren 12) Von Konen

³)	Kayser u. Runge (21) Bogen [13]	Exner u. Haschek (45) Bogen	Exner u. Haschek (39) Funke	Ramage (37) Flamme	Hartley (59) Flamme	Lockyer (49) Funke [4]	
	—	—	4501 80 2	—	—	—	
	—	—	—	—	—	4410 2	
	—	—	4406 5 1	—	—	—	
	—	—	—	—	—	4403 8	
	—	—	4373 20 1	—	—	4373 0	
	—	—	64 5 2	—	—	64 1	
	—	—	—	—	—	4289 1	
	—	—	4277 28 20	—	—	77 1	
	—	—	65 7 1	—	—	65 6	
	—	—	—	—	—	4214 1	
	—	—	—	—	—	4158 3	
	—	—	—	—	—	4081 4	
	—	—	—	—	—	43 3	
	—	—	—	—	—	23 6	
	—	—	—	—	—	06 5	
	—	—	—	—	—	01 6	
	—	—	—	—	—	3974 9	
	—	—	—	—	—	66 0	
	—	—	3959 77 1	—	—	59 6	
	—	—	25 85 1	—	—	25 5	
	—	—	3898 0 1	—	—	3897 7	
H I, 5	3888 83 4 r	3889 2 1	—	3888 75 2	3885 8	3888 4	⁵)
H II, 5	76 73 6 r	76 8 1	—	76 31 4	73 8	—	⁵)
	—	—	—	—	—	64 3	
	—	—	3861 6 2	—	—		
	—	—	06 0 1	—	—		
	—	—	3661 52 1	—	—		
H I, 6	3617 08 2 r	3612 1	—	3617 49 1	3615 1		⁵)
H II, 6	11 84 4 r		—	11 70 2	10 6		⁵)
			08 41 1	—	—		
			3597 60 1	-	3585 1		
			59 9 1	—	—		
H I, 7			—	3477 25 1	3477 2		
H I, 8			—	3398 40 1	3399 1		
H I, 9			3349 61 1	48 72 1			
H I, 10			15 7 1	14			
H I, 11			—	3287			
			3268 45 2				
			3152 50 1				
			49 52 1				
			3066 8 1				
			2977 02 1				

und Hagenbach (40) nicht wiedergefunden, einer Verunreinigung zugeschrieben, passt in keine Formel. 13) Im Original Abschätzungen der Fehlergrenzen für die Messung jeder Linie 14) Linien der zweiten Nebenserie nach Ramage (37) 15) Linien der Bergmannschen Serie (3 Nebenserie) (55) 16) Von Bergmann (55) der zweiten Nebenserie zugerechnet 17) Ergeben sich nicht aus den Ritzschen Combinationen (62) 18) Satellit zu dem folgenden Paare (64, 43) 19ᵃ) Nach Saunders I N I, 4 (64)

Exner und Haschek (39) Funke		Exner und Haschek (39) Funke	
2931 15	1	2477 71	1
2859 50	2	55 97	1
46 1	1	27 83	1
17 05	1	26 5	1
11 00	1	25 28	2
2701 31	1	2393 00	3
00 7	1	79 3	1
2630 67	3	75 9	1
10 24	1 u	40 65	1
09 57	1 u	32 54	3
00 45	1	17 03	1
2597 02	2	15 8	1
73 21	1	2286 24	1
44 05	4	85 49	1
25 84	1	73 91	1
2485 59	1	67 70	2

II. Continuirliches Spectrum.

Wie die meisten Alcalien, so besitzt auch Cäsium ein continuirliches Spectrum, das in Flammen und im Bogen auftritt und seit Kirchhoff und Bunsen [1, 2, 3, 4, 7] häufig u a von Lecoq [12] gezeichnet [25, 57, 59], von Hartley [56], Hagenbach und Konen [47] photographirt, von Leder photometrirt [56], von Lenard [44] in der Flamme, von Carlheim-Gyllenskold [61] unter Anwendung von Kathodenstrahlen und Kanalstrahlen beobachtet worden ist Nach Hartley erstreckt es sich von 7000 bis 3500 nach Lecoq von 585—448, mit Max bei 557—490, nach Leder von 6350 bis 4300, nach Hagenbach und Konen von 6000 bis 4000, nach Snow [23] ins Ultraroth. Lenard [44] findet die gleiche Intensitätsvertheilung in dem continuirlichen Spectrum wie in dem Glühspectrum geschmolzener Cäsiumsalze. Das Spectrum liegt im Roth und Grün, mit Maximum im Grün Da ferner das continuirliche Spectrum in dem gleichen Theile des Bunsenbrenners besonders stark auftritt, in dem Lenard auch die Nebenserien mit grösster Intensität beobachtet, so nimmt er, wie auch Leder einen engen Zusammenhang zwischen den Nebenserien und dem continuirlichen Spectrum an Für das Verhältnis der Intensität beim Cäsium zu derjenigen

---

19) Von Saunders nach der Ritzschen Formel berechnete dritte Nebenserie, 7 Paare von m = 4 bis m = 9 20) Bei Saunders (64) über 40 Å breit 21) Lockyer gibt im Bogen die Zahlen 4592 2 und 4554 9 (20) 22) Nach Nutting (48) bei hoher auflösender Kraft im Bogen breit, continuirlich, ohne Structur 23) Die mit (?) bezeichneten Zahlen unter Snow's Messungen kommen mit ähnlichen Werthen bei anderen Alcalien vor, sind also wohl Verunreinigungen (vgl 55 u 23a)

bei der Osmiumlampe ergeben sich Zahlen von 0.006 bei λ 653 bis 0.23 bei 430.[1]) Hartley [57, 59] gelingt es nicht, im continuirlichen Spectrum des Cäsiums, ähnlich wie bei den andern Alcalien, Bandengruppen zu sehen. Da jedoch bisher das continuirliche Spectrum nicht mit grosser auflösender Kraft untersucht worden ist, so scheint es nicht ausgeschlossen, dass es, ähnlich wie bei den anderen Alcalien, in Wahrheit kein continuirliches Spectrum, sondern ein unaufgelöstes Bandenspectrum ist. Ob dieses dem Metall selbst oder dem Oxyd zuzuschreiben ist, ist gleichfalls nicht entschieden. Man vergl. hierzu Lenard [44, p. 210], sowie Hartley [57, 59].

Verbindungsspectra des Cäsiums sind bisher nicht beschrieben worden.

---

1) Lenard und Leder setzen das continuirliche Spectrum zugleich in Beziehung zur Verbreiterung der Linien der Nebenserien und der „Hofbildung“ der Linien der Hauptserie. Es bleibt fraglich, was unter der letzteren zu verstehen ist und inwiefern sie sich von einer Verbreiterung unterscheidet.

KUPFER (Cu = 63 57)

Literatur

[1] F W Herschel, On the absorption of light by coloured media and on the colours of the prismatic spectrum exhibited by certain flames Trans Roy Soc Edinburgh **9**, II p 445—460 (1823) Salz in Alcoholflamme

[2] H F Talbot, Facts relating to optical science Phil Mag (3) **9** p 1–4 (1836) Funke

[3] W A Miller, Experiments and observations on some cases of lines in the prismatic spectrum produced by the passage of light through coloured vapours and gases and from certain flames Phil Mag (3) **27** p 81—91 (1845) In Alcoholflamme

[4] A Masson, De la nature de l'etincelle electrique et de sa cause Ann chim et phys (3) **31** p 295—326 (1851) Funke

[5] D Alter, On certain physical properties of light produced by the combustion of different metals, in the electric spark, refracted by a prism Americ J (2) **8** p 55—57 (1854). Funke

[6] G Kirchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und die Spectra der chemischen Elemente Abhandl Berl Akad 1861 p 63—95, 1863 p 227—240 Funke

[7] R Th Simmler, Beitrage zur chemischen Analyse durch Spectralbeobachtungen Pogg Ann **115** p 242—266, 425—451 (1862) Flamme und Funke

[8] G G Stokes, On the long spectrum of the electric light Phil Trans **152**, II p 599—619 (1862) Funke, Ultraviolett

[9] W Crookes, On a means of increasing the intensity of metallic spectra Chem News **5** p 234 (1862) In Flamme, Chloridspectrum

[10] A Mitscherlich, Beitrag zur Spectralanalyse Pogg Ann **116** p 499—507 (1862) Verbindungen

[11] J H Gladstone, On the violet flame of many chlorides Phil Mag (4) **24** p 417–419 (1862) Kochsalz in Kohlefeuer, Chloridspectrum

[12] W A. Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the photographic effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark Phil Trans **152**, II p 861—887 (1862) Funke, Ultraviolett.

[13] A Mitscherlich, Ueber die Spectren der Verbindungen und der einfachen Korper Pogg Ann **121** p 459—488 (1864) Verbindungsspectra

[14] F Brasack, Spectralanalytische Untersuchungen der Metalle Abhandl Naturf Ges Halle **9** p 1—16 (1864) Empfindlichkeit

[15] A Mitscherlich, Ueber die Anwendung der Verbindungsspectren zur Entdeckung von Chlor, Brom und Jod in geringster Menge Pogg Ann **125** p 629—634 (1865) Verbindungen

[16] E Diacon, Recherches sur l'influence des éléments électro-negatifs sur le spectre des métaux Ann chim et phys (4) **6** p 5—25 (1865) Verbindungsspectra

[17] J Plucker and J W Hittorf, On the spectra of ignited gases and vapours, with especial regard to the different spectra of the same elementary gaseous substance Phil Trans **155** p 1—29 (1865) Flamme, und Salz in Geisslerrohr

[18] R Thalén, Om spectralanalys Upsala Univers årsskr 1866 Funke, Zeichnung

[19] R Thalén, Mémoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies métalliques Nova acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868) Funke, Wellenlangen

[20] C P Smyth, On auroral, and other faint, spectra under small dispersion Astron Observat Edinburgh **13** p R 85—R 98 (1871) Chloridspectrum

[21] A R Leeds, Spectra of metallic compounds Qu J of sc (2) **1** p 59—64 (1871) Verbindungen

[22] A Cornu, Sur le renversement des raies spectrales des vapeurs metalliques C R **73** p 332—337 (1871) Selbstumkehr

[23] Lecoq de Boisbaudran, Remarques sur quelques particularités observées dans des recherches d'analyse spectrale C R **76** p 1263—1265 (1873) Funke

[24] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux Paris 1874 Chlorid, Funke und in Flamme

[25] J N Lockyer and W Chandler Roberts, On the absorption spectra of the metals volatilized by the oxyhydrogen flame Proc Roy Soc **23** p 344—349 (1875) Absorption der Dampfe

[26] A Schuster, The flame of common salt Nat **13** p 306 (1876)

[27] T N Muller, The flame of common salt Nat **13** p 448—449 (1876) Chloridspectrum

[28] E T Hardman, The flame of chloride of sodium in a common coal fire Nat **14** p 506—507 (1876) Chloridspectrum

[29] C Michie Smith, The flame of chloride of sodium in a common coal fire. Nat **14** p 570 (1876) Chloridspectrum

[30] Rand Capron, Photographed spectra London 1877

[31] A Gouy, Recherches sur les spectres des métaux à la base des flammes C R **84** p 231—234 (1877) In Flamme

[32] A Gouy, Sur les caractères des flammes chargees de poussière saline C R **85** p 439—442 (1877) Chloridspectrum

[33] G Ciamician, Ueber die Spectren der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen Wien Ber **76**, II p 499—517 (1877) Funke nach Losung, Oxyd und Chlorid

[33ª] A S Herschel, Measuring scales for pocket spectroscopes Nat **18** p 300 bis 301 (1878)

[34] A P Smith, Blue flame from common salt Nat **19** p 183 (1879) Chloridspectrum

[35] J Parry and A E Tucker, On the application of the spectroscope to the analysis of iron and steel Engineering **27** p 127—128, 429—430, **28** p 141—142 (1879) Funke nach Losung

[36] W N Hartley, Photographs of the spark spectra of twenty-one elementary substances J chem soc **41** p 84—90 (1882), Trans Roy Dublin soc (2) **1** p 231—238 (1883) Funke

[37] J Herschel, Soda flame in coal fire Nat **27** p 78 (1882) Chloridspectrum

[38] G D Liveing and J Dewar, On the ultra-violet spectra of the elements. Phil Trans **174**, I p 187—222 (1883) Funke, Ultraviolett

[39] G D Liveing and J Dewar, Spectroscopic studies on gaseous explosions. Proc Roy Soc **36** p 471—478 (1884) Staub bei Explosionen

[40] W N Hartley and W E Adeney, Measurements of the wave-lengths of lines of high refrangibility in the spectra of elementary substances Phil Trans. **175**, I p 63—137 (1884) Funkenspectrum

[41] W N Hartley, Researches on spectrum photography in relation to new methods of quantitative chemical analysis Phil Trans **175**, I p 49—62, **175**, II p 325—342 (1884). Funke nach Losung

[42] J N Lockyer, Researches on the spectra of meteorites Proc Roy. Soc **43** p 117—156 (1887) In Flammen

[43] J Trowbridge and W C Sabine, Wave-length of metallic spectra in the ultra-violet Phil Mag (5) **26** p 342—353 (1888) Funke

[44] W N Hartley, Ultra-violet spectra of the elements Chem News **58** p. 304—305 (1888) Zu Vorigem

[44a] N Leonard, On the colouration of a coal fire by common salt Chem. News 59 p 15 (1889) Chloridspectrum

[45] G Salet, Sur la flamme bleue du sel commun et la réaction spectroscopique du chlorure de cuivre C R 110 p 282—283 (1890) Chloridspectrum

[46] A S Herschel, The spectrum of subchloride of copper Nat 41 p 513—514 (1890) Chloridspectrum

[47] V Schumann, Zur Photographie der brechbarsten Strahlen Photogr Rundschau 41 p 71—80 (1890) Kurzeste Wellenlangen

[48] F Mc Clean, Comparative photographic spectra of the sun and of the metals Monthly Not 52 p 22—23 (1891) Dazu Tafeln Funkenspectrum

[49] H Kayser und C Runge, Ueber die Spectren der Elemente 5 Abschnitt Ueber die Spectren von Kupfer, Silber und Gold Abhandl Berl Akad 1892, Wiedem Ann 46 p 225—243 (1892) Bogenspectrum Gesetzmassige Linien

[50] J M Eder, Ueber die Verwendbarkeit der Funkenspectra verschiedener Metalle zur Bestimmung der Wellenlange im Ultravioletten Denkschr Wien Akad 60 p 1—24 (1893) Beitrage zur Photochemie p 44—57 Funke

[51] H A Rowland, A new table of standard wave-lengths Astron & Astrophys 12 p 321—347 (1893) Einige Bogenlinien

[52] W N Hartley, Flame spectra at high temperatures Part I Oxyhydrogen blow-pipe spectra Proc Roy Soc 54 p 5-7 (1893), Phil Trans 185, A p 161—212 (1894) In Knallgasflamme

[53] H Crew and R Tatnall, On a new method for mapping the spectra of metals Astron & Astrophys 13 p 741—747, Phil Mag (5) 38 p 379—386 (1894) Bogen

[54] O Vogel, Ueber die Anwendung der Leuchtgas-Sauerstoffflamme zu spectralanalytischen Mineraluntersuchungen Zs f anorgan Chem 5 p 42-62 (1894) In Flamme

[55] H Kayser, Note on the arc spectrum of copper Astrophys J 1 p 84—85 (1895) Bogen

[56] E Demarçay, Spectres electriques Paris 1895 Funke nach Losung

[57] F Exner und E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber 104, IIa p 909—962 (1895) Correcturen dazu ibid 105, IIa p 389—436, 503-573, 106, IIa p 36—53 (1897) Funke

[58] J M Eder und E Valenta, Ueber die Spectren von Kupfer, Silber und Gold Denkschr Wien Akad 63 p 189—235 (1896), Beitrage z Photochemie p 161—213 Funke

[59] Lecoq de Boisbaudran, Examen de quelques spectres C R 124 p 1288—1290, 1419—1421 (1897) Funke

[60] W J Humphreys, Changes in the wave-frequencies of the lines of emission spectra Astrophys J 6 p 169—232 (1897) Druckverschiebung

[61] J R Rydberg, On triplets with constant differences in the line spectrum of copper. Astrophys J 6 p 239—243 (1897) Gesetzmassigkeit

[62] P Zeeman, Metingen over stralingverschijnselen in het magnetisch veld Zittingsversl. Amsterd 6 p 408—411 (1897), Phil Mag (5) 45 p 197—201 (1898) Zeeman-Effect

[63] A A Michelson, Radiation in a magnetic field Nat 59 p 440—441 (1899) Zeeman-Effect

[64] G A Hemsalech, Sur les spectres des decharges oscillantes J de phys (3) 8 p 652—660 (1899) Selbstinduction

[65] J N Lockyer, Preliminary table of wave-lengths of enhanced lines Proc Roy Soc 65 p 451—461 (1899) Verstarkte Linien

[66] J M Eder u E Valenta, Normalspectren einiger Elemente zur Wellenlangenbestimmung im aussersten Ultraviolett Denkschr Wien Akad 68 p 531—554 (1899), Beitrage zur Photochemie p 377—403 Funke und Bogen Tafeln

[67] A Perot et Ch Fabry, Determination de nouveaux points de repere dans le spectre C R 130 p 492—495 (1900) Einige Wellenlangen

[68] Ch Fabry et A Perot, Sur les sources de lumière monochromatiques J de phys. (3) 9 p 369—382 (1900) Einige Wellenlängen

[69] S Friedlander, Ueber die Bestimmung von Chlor, Brom und Jod durch Beobachtungen von Flammenspectren Dissert Berlin 1900 Verbindungen

[70] W N Hartley and H Ramage, Banded flame-spectra of metals Trans Roy Dublin Soc (2) **7** p 339—352 (1901) In Flammen, Banden

[70a] G A Hemsalech, Recherches experimentales sur les spectres d'etincelles Paris bei Hermann 1901 Selbstinduction

[71] G Berndt, Ueber den Einfluss von Selbstinduction auf die durch den Inductionsfunken erzeugten Metallspectra im Ultraviolett Dissert Halle 1901

[72] O H Basquin, The spectrum of hydrogen given by the metallic arc of tin, copper silver etc Astrophys J **14** p 1—16 (1901) Bogen in Wasserstoff, Banden

[73] F Exner u E Haschek, Tabelle der Funkenspectra Wien 1902

[73a] H Konen, Ein Beitrag zur Kenntniss spectroscopischer Methoden Ann d Phys 4) **9** p 742—780 (1902) Funken in Wasser

[74] C Runge und F Paschen, Ueber die Zerlegung einander entsprechender Serienlinien im magnetischen Felde Berl Ber 1902 p 720—730 Zeeman-Effect

[75] A S King, Some effects of change of atmosphere on arc spectra with reference to series relations Astrophys J **18** p 129—150 (1903) Bogen in Gasen

[76] W von Bolton, Ueber electrodisches Leuchten und eine neue spectroscopische Methode Zs f Electrochem **9** p 913—922 (1903) Leuchten bei Electrolyse

[77] H Ebert, Die anomale Dispersion und die Sonnenphanomene Astron Nachr **162** Nr 3877 p 193—196 (1903) Anomale Dispersion

[78] H Ebert, Wirkung der anomalen Dispersion von Metalldampfen Boltzmann-Festschrift p 448—454 (1904). Anomale Dispersion

[79] W Lanzrath, Ueber das Bandenspectrum des Kupfers in der Knallgasflamme Dissert Bonn 1904, bei Georgi Bandenspectrum

[80] A Garbasso, Su la struttura degli atomi materiali Mem acc di Torino (2) **54** p 403—421 (1904) Structur des Bogens

[81] F Exner u E Haschek, Tabelle der Bogenspectra, Wien 1904

[82] A S King, A detailed study of the line spectrum of copper Astrophys J **20** p 21—40 (1904) Veranderlichkeit

[83] Ch de Watteville, Spectres de flammes These Paris 1904, Phil Trans **204 A** p 139—168 (1904) In Flamme

[84] A S King, Ueber Emissionsspectra von Metallen im electrischen Ofen Ann d Phys (4) **16** p 360—381 (1905), Astrophys J **21** p 236—257 (1905) Im electr Ofen

[85] A Hagenbach u H Konen, Atlas der Emissionsspectra, Jena 1905 Funke, Flamme und Bogen

[86] H W Morse, Spectra from the Wehnelt interrupter Astrophys J **21** p 223—235 (1905) Im Wehneltunterbrecher

[87] G A Hemsalech, Sur les spectres respectifs des différentes phases de l'etincelle oscillante C R **141** p 1227—1230 (1905) Phasen des Bogens

[88] P G Nutting, Line structure Astrophys J **23** p 64—78 (1906) Structur der Linien

[89] R Derichsweiler, Die Bandenspectra der Kupferhaloide Gesetzmassigkeiten bei Verbindungsspectren Dissert Bonn 1906 Zs f wiss Photogr **4** p 401—417 (1906)

[90] Sir Norman Lockyer, Tables of wave-lengths of enhanced lines Solar Physics Committee 1906 Verstarkte Linien

[91] W W Coblentz, Infra-red emission spectra Physic Rev **22** p 1—30 (1906) Ultraroth

[92] Lord Blythwood and W A Scoble, Photographs of certain arc spectra from λ 5800 to λ 8500. Astrophys J **24** p 125—127 (1906) Bogen, Photographie im Roth

[93] E Neculcea, Recherches theoriques et expérimentales sur la constitution des spectres ultraviolettes d'etincelles oscillantes Thèse, Paris 1906 Selbstinduction

[94] A de Gramont, Sur les raies ultimes ou de grande sensibilité C R **144** p 1101—1104 (1907) Hauptlinien

[95] W Gallenkamp, Ueber Banden im Metallbogenspectrum Zs f wiss Photogr **5** p 299—304 (1907) Banden im gekuhlten Bogen

[96] W J Humphreys, Arc spectra under heavy pressure Astrophys J **26** p 18—35 (1907) Druckverschiebung

[97] W N Hartley, On some devices facilitating the study of spectra Proc Roy Dublin Soc (2) **11** p 237—242 (1907) Chloridspectrum, Photographie

[98] Fr Schön, Beiträge zur Kenntniss der anomalen Dispersion von Metalldampfen Dissert Jena 1907

[99] W Hartmann, Das Zeeman-Phanomen im sichtbaren Spectrum von Kupfer, Eisen, Gold und Chrom Dissert Halle 1907 Zeeman-Phanomen

[100] H Auerbach, Spectroscopische Untersuchungen uber das Verhalten der Metallsalze in Flammen Dissert Dr -Ing Berlin 1907, Zs f wiss Photogr **7** p 30—39, 41—66 (1909)

[101] P Kien, Ueber das Flammenspectrum des Kupferchlorids Dissert Bonn 1908 Zs f wiss Photogr **6** p 337—358 (1908) Chloridspectrum

[102] W W Coblentz, Ultrarothe Emissionsspectren Physik Zs **9** p 60—64 (1908) Ultraroth

[103] W N Hartley, An investigation of the connexion between band and line spectra of the same metallic elements Trans Roy Dublin Soc (2) **9** p 85—138 (1908) In Flammen

[104] W Ritz, Ueber ein neues Gesetz der Serienspectren Physik Zs **9** p 521—529 (1908) Serien

[105] W G Duffield, The effect of pressure upon arc spectra No 2 — Copper, λ 4000 to λ 4600 Phil Trans A, **209** p 205—226 (1908) Druckverschiebung

[106] H Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldampfen Dissert Bonn 1909 Zs f wiss Photogr **7** p 89—112 (1909) Anomale Dispersion

[107] W N Hartley, The brillancy and intensity of the cupric chloride flame spectrum Nat **79** p 187 (1909) Chloridspectrum

[108] H Finger, Ein Beitrag zur Kenntniss des Einflusses des Mediums auf die Linien im Funkenspectrum Dissert Münster 1909, Zs f wiss Photogr **7** p 329—356, 369—392 (1909) Funken im Wasser

[109] L Janicki, Die Beschaffenheit der Spectrallinien der Elemente I Ann d Phys (4) **29** p 833—868 (1909) Structur der Linien

Ein Spectrum von Cu hat schon im Jahre 1823 Herschel [1] beobachtet. Cu-Chlorid färbe die Alcoholflamme blau, Cu-Nitrat grun, kleine Skizzen der Spectra zeigen beim Chlorid mehr Licht im Blau und Violett Auch Miller [3] bringt Chlorid in die Alcoholflamme und sagt „Several intervals of absolute darkness here occur, interrupted by bright lines of great intensity“ — Talbot [2] sieht im Funken Linien, Masson [4] und Alter [5] geben sogar kleine werthlose Zeichnungen des Funkenspectrums Die ersten Messungen an demselben macht Kirchhoff [6] im sichtbaren Theil Simmler [7] sieht mit primitiven Mitteln im Bunsenbrenner 16 Linien, im Funken 12 Linien Stokes [8] empfiehlt dunne Electroden in der Form von Uhrgläsern.

Crookes [9] macht die interessante, damals aber wohl kaum verstandene Beobachtung, dass eine Chlorverbindung in der Flamme im ersten Augenblick ein anderes Spectrum zeigt, als spater Erst Mitscherlich [10, 13, 15] findet die Spectra der Haloidverbindungen, ihm folgt Diacon [16], spater Leeds [21] Nachdem Miller [12] zuerst den ultravioletten Theil des Funkenspectrums photographirt, Brasack [14] den sichtbaren untersucht hat, wenden Plucker und Hittorf [17] die Bunsen- und Knallgasflamme an, bringen auch das Chlorid in ein Geisslerrohr

Nun folgt die für lange Zeit maassgebende Messung des Funkenspectrums durch Thalén [19], dem sich Lecoq [24] mit der schönen Zeichnung des Chloridspectrums, erhalten durch Funken nach Chloridlösung, anreiht. Auch C. P. Smyth [20] veröffentlicht dies Spectrum. Lockyer und Roberts [25] untersuchen die Absorption durch Dämpfe, finden Banden.

Gladstone [11] hatte zuerst die bei der englischen Sitte der offenen Kamine mit Kohlenfeuer leicht zu machende Beobachtung veröffentlicht, dass, wenn man Kochsalz in das Feuer streue, eine violette Flamme entstehe, deren Spectrum identisch mit dem des Cu-Chlorid in der Alcoholflamme sei. Da aber auch andere Chloride dasselbe Spectrum geben sollen, z. B. Pt und Au in der Spiritusflamme, Hg im Bunsenbrenner, Ni und Co in der Wasserstoff-flamme, da ferner Cl und HCl dies Spectrum in Flammen nie erzeugen, fragt er nach seinem Ursprung. Die Frage ist noch oft erörtert worden [26, 27, 28, 29, 33 a, 34, 37, 44 a, 45, 46], es ist zweifellos das Cu-Chloridspectrum, in den andern Fällen wird Gladstone durch ungenügende Dispersion getäuscht worden sein.

Rand Capron [30] veröffentlicht eine Photographie des Cu-Spectrums. Ciamician [33] erhält durch Funken nach Lösungen die Banden des Oxyds und Chlorids, die er in schlecht auswerthbaren Zeichnungen niederlegt. Parry und Tucker [35] verfahren ebenso. Hartley [36] veröffentlicht das Funken-spectrum, später [40] giebt er mit Adeney Messungen. Liveing und Dewar [38] messen die Wellenlängen einer Anzahl Funkenlinien im Ultraviolett; später [39] beobachten sie, welche Linien auftreten, wenn Cu-Staub explodirenden Gasen beigemischt ist. — Hartley [41] vergleicht den Funken nach der Chloridlösung mit dem nach Metallelectroden, will dann die Funkenspectra zu quantitativer Analyse verwerthen. — Lockyer [42] verwendet verschiedene Flammen, Mc Clean [48] veröffentlicht Photographieen des Funkenspectrums.

Es beginnen nun die modernen Messungen, welche auf dem Rowland'schen Wellenlängensystem beruhen. Trowbridge und Sabine [43] untersuchen im Wesentlichen das Funkenspectrum, Kayser und Runge [49, 56] messen zum ersten Mal das Bogenspectrum vollständig und finden Serien, Crew und Tatnall [53] untersuchen dasselbe mit rotirendem Bogen. Das Funkenspectrum im kurzwelligen Theil ist dann von Exner und Haschek [57, 73] gemessen, das ganze Spectrum von Eder und Valenta [58], die später [66] auch prachtvolle Photographieen von Bogen und Funken veröffentlichen. Ferner hat Vogel [54] Beobachtungen an Flammen über Oxyd und Chlorid in dürftigen Zeichnungen niedergelegt, Demarçay [56] den Funken nach Chloridlösung mit besonderem Inductorium geprüft. Exner und Haschek messen den kurzwelligen Theil des Bogenspectrums.

Basquin [72] untersucht den Kupferbogen in einer Atmosphäre von Wasserstoff, er findet und misst eine Bande, welche einer Wasserstoffverbindung zugeschrieben wird, der Vergleich mit anderen Messungen zeigt aber, dass es die stärkste Bande des Cu selbst ist. King [75] lässt den Bogen in verschiedenen Gasen brennen, besonders starken Einfluss übt Sauerstoff aus,

in welchem manche Linien schwach werden oder verschwinden, andere starker werden. Dann untersucht King [87] Kupfer im electrischen Ofen: es treten nur sehr wenige Linien auf, namentlich fehlt das characteristische Paar 3274, 3247, dagegen sind die Kupferbanden gut entwickelt. Konen [73a] und spater Finger [108] lassen Funken zwischen Cu-Electroden in Wasser übergehen und besprechen das Aussehen und Auftreten der Linien.

Die Druckverschiebung ist durch Humphreys [60, 96] und durch Duffield [105] untersucht worden. Letzterer geht bis 200 Atm Druck und findet: Alle Linien werden verbreitert, starker nach Roth hin, die Serienlinien werden gleichzeitig schwacher und verschwinden schliesslich. Die Verschiebung ist immer nach Roth gerichtet, aber verschieden gross fur verschiedene Linien, fur die Serienlinien ist sie grosser, als fur die ubrigen, fur welche sie im Mittel 0.012 Å pro Atmosphare betragt. Die Intensitat der Linien nimmt theils zu, theils ab.

Die anomale Dispersion durch Kupferlinien ist von Ebert [77, 78], Schon [98] und Geisler [106] beobachtet worden. Letzterer findet auch an den Kupferchloridbanden anomale Dispersion. — Der Zeeman-Effect ist zuerst von Zeeman [62] selbst, dann von Michelson [63], von Runge und Paschen [74], endlich von Hartmann [99] gemessen worden. Die im Funken verstarkten Linien (enhanced lines) hat Lockyer [65, 90] herausgesucht.

Das Kupferspectrum, welches bei Durchgang starker Strome durch Electrolyte auftritt, ist von von Bolton [76] und Morse [86] untersucht, von letzterem auch gemessen worden. Einzelne Linien werden hier aussergewohnlich stark, namentlich 5218 und 5105, die fur Flammen characteristisch sind, daneben treten andererseits auch Funkenlinien stark hervor. — Fur den Einfluss der Selbstinduction auf das Funkenspectrum liegen Angaben von Hemsalech [64, 70a], Berndt [71], Néculcéa [93] vor, ferner ist eine eingehende Untersuchung von King [82] uber alle moglichen Einflusse auf das Spectrum zu nennen.

Gallenkamp [95] veroffentlicht das Spectrum, welches entsteht, wenn man im Bogen mit oscillirenden Electroden diese kuhlt, es treten dann Banden auf, die aber nicht gemessen sind. — Garbasso [80] meint, dass einzelne Linien nur von gewissen Stellen der Bogenflamme ausgesandt werden. — Nutting [88] untersucht die feinere Structur der Linien: von mehreren Linien sagt er, dass sie bei grosserer Stromstarke doppelt erscheinen, ich halte das aber nur fur Selbstumkehr. Dagegen soll 5700 manchmal dreifach sein, ebenso 5218, 5153, 5105. — Janicki [109] findet Trabanten bei 5782, 5700, 4704, 4275; die ubrigen, auch die drei von Nutting genannten, seien einfach und scharf.

Fabry und Perot [67, 68] messen einige Linien nach ihrer Interferenzmethode absolut. de Gramont [94] nennt als raies ultimes, d. h. Linien, welche im Funken bei abnehmendem Kupfergehalt zuletzt ubrig bleiben, das

Paar 3274, 3247, auch in fast jedem Bogenspectrum, z B immer im Kohlebogen, treten diese Linien auf — Ueber den rothen Theil des Spectrums liegt wenig vor Lord Blythwood und Scoble [92] haben eine Photographie des Bogens veröffentlicht, aus welcher man Wellenlängen aber nur sehr schlecht ablesen kann Coblentz [91] sagt, Cu zeige im Ultraroth kein continuirliches Spectrum, wie die meisten Metalle, und [102] es habe keine Linien im Ultraroth

Es sind noch eine Anzahl von Untersuchungen in Flammen zu nennen, die im Wesentlichen Bandenspectra liefern Wenn ich von den älteren, schon erwähnten Arbeiten absehe, wäre zuerst Gouy [31, 32] zu nennen, der Salzstaub in die Bunsenflamme führt und Banden, im inneren Conus Linien sieht Dann untersucht Lockyer [42], in der Sauerstoff-Leuchtgasflamme findet er die Linien 5781, 5700, 5105, und Banden bei 6136, 6050 — Am eingehendsten sind die Forschungen Hartleys [52, 70, 107] Es wird hier das Bandenspectrum beschrieben, in der zweiten und dritten Abhandlung auch abgebildet, während Hartley das Spectrum anfangs noch als Oxydspectrum bezeichnet, hält er es später für ein Spectrum des Kupfers selbst — Auch O Vogel [54] beschreibt das Spectrum Hagenbach und Konen [85] geben in ihrem Atlas Photographieen des Bogen-, Funken- und Flammenspectrums, in letzterem sieht man neben der Bande 428 ein continuirliches Stück von etwa 520 bis 570

Friedländer [69] giebt eine werthlose Darstellung der Haloidspectra, Lanzrath [79] misst einen Theil der „Oxydbanden", Derichsweiler [89] untersucht die Structur der Haloidspectra und stellt Beziehungen zwischen ihnen fest — de Watteville [83] benutzt die Methode von Gouy, Auerbach [100] vergleicht die Spectra verschiedener Flammen, des Bogens und Funkens Kien [101] untersucht genauer das Chloridspectrum, von welchem auch Hartley [97] eine kleine schöne Photographie veröffentlicht hatte

1. Linienspectrum.

	Kayser u Runge (49, 55) Bogen	Eder u Valenta (58) Funke	Hemsalech (70 a) Funke	
	—	6381 1 6	—	a)
	—	6219 5 4	—	
P_1	5782 30 8	5782 30 8	5782 2 5	2) 3) 4) 5) 6) 7)

a) Eine Photographie von Lord Blythwood [95] zeigt Linien bei etwa 8125, 7955, 6740, 6495, 6430

2) Von de Watteville [83] in Flamme mit Pulverisator gemessen

3) Rowland [51] giebt für diese Linie 5782 390

4) Auf Zeeman-Effect untersucht

5) An diesen Linien ist anomale Dispersion beobachtet

6) Die mit P bezeichneten Linien bilden Paare, welche die gleiche Schwingungsdifferenz haben, wie die Paare der Serien

7) Fabry und Perot [67, 68] messen hier zwei Linien 5782 159 und 5782 090

	Kayser u Runge (49, 55) Bogen		Eder u Valenta (58) Funke		Hemsalech (70 a) Funke		
	—		5768 65	1 u	5767 65	0	
	—		60 49	1 u	—		
	5732 53	1	32 50	1 u	—		
P_1	00 39	8	00 39	6	00 6	2	[2]) [3]) [4]) [5])
	—		5696 68	3 u	—		
	—		85 03	1 u	—		
	—		79 42	3	—		
	—		75 85	2 u	—		
	—		72 92	2 U	—		
	—		68 77	2 u	—		
	—		66 62	3	—		
	—		63 52	1 u	—		
	—		52 16	4 u	5652 7	0	
	5646 93	1 U	46 13	3 u	45 2	0	
	—		44 39	1 U	—		
	—		39 50	1 U	—		
	—		35 04	2 U	35 3	0	
	—		36 84	1 U	—		
	—		24 71	1 U	—		
	—		21 17	3 u	—		
	—		18 70	3 u	—		
	—		08 83	3	08 5	0	
	—		5574 10	3 u	—		
	—		71 47	1 u	—		
	—		66 35	3	5565 0	0	
	—		63 83	2	—		
	5555 16	4	55 15	2 u	—		
	—		43 11	2 n	—		
	36 06	4 u	35 90	3 U	—		
	—		00 09	2	—		
	—		5498 14	2	—		
	—		95 12	4	—		
	—		87 30	3	5487 3	0	
	—		—		78 6	0?	
	—		75 49	2 u	—		
	—		72 00	3 u	—		
	—		63 55	4 u	—		
	—		60 25	2 u	—		
	—		56 02	2	—		
	—		53 93	1 u	—		
	—		—		52 5	0	
	—		50 62	2	—		
	—		40 90	1 U	—		
	—		38 79	4	38 8	0	
	5432 30	2 U	32 26	2 u	—		
	—		29 01	1 u	—		

2) Von de Watteville [83] in Flamme mit Pulverisator gesehen
3) Rowland [51] giebt für diese Linie 5700 508
4) Auf Zeeman-Effect untersucht
5) An diesen Linien ist anomale Dispersion beobachtet

	Kayser u Runge (49, 55) Bogen	Eder u Valenta (58) Funke	Hemsalech (70 a) Funke	
	—	5422 93 1 u	—	
	—	18 61 4	5418 3 0	
	—	10 97 2 u	—	
	5408 56 2U	08 55 3 u	—	
	5391 89 4U	5391 92 2 u	5391 15 0	
	—	89 70 3	—	
	—	80 75 3	80 55 0	
	—	69 63 3	69 7 0	
	60 22 2	60 20 2	—	
	—	57 27 2U?	—	
	55 20 2U	55 10 1U	—	
	52 87 2	52 85 1U	—	
	—	40 71 1 u	—	
	—	38 19 1 u	39 1 0	
	—	25 38 3	—	
	—	17 60 4 u	18 4 0	
	—	09 41 2	—	
	—	5295 71 2	—	
	5292 75 6	92 75 6	5293 0 3	4)
	—	87 66 2	—	
	—	85 77 2	—	
	—	82 34 2 u	—	
	—	70 13 1	—	
	—	68 38 3	—	
	—	55 62 1	—	
	50 78 2 u	50 82 2 u	—	
	—	32 80 2	—	
I N I, 4	20 25 6	20 25 6	20 3 3	4)
I N I, 4	18 45 10R	18 45 10R	18 4 15	2) 4) 5) 7)
	—	08 37 2	—	
	—	03 74 3	04 2 0	
	01 10 4 u	01 14 2 u	—	
	5158 53 1 u	—	—	2) 4) 7)
I N II, 4	53 33 8R	5153 40 10R	5153 4 10	
	44 35 2 u	44 40 1	—	
	—	39 03 2 u	—	
	—	33 86 1 u	—	
	—	30 97 1	—	
	—	24 70 1 d	—	
	—	20 00 2	—	
	—	12 18 2	—	
	05 75 8R	05 75 8	06 1 8	1) 2) 4) 5) 7)
	—	5095 08 2 u	—	
	—	94 29 2 u	—	
	—	89 54 2 u	—	

1) Von Demarçay [56] im Funken nach Lösung des Chlorids gemessen
2) Von de Watteville [83] in Flamme mit Pulverisator gesehen
4) Auf Zeeman-Effect untersucht
5) An diesen Linien ist anomale Dispersion beobachtet
7) Fabry und Perot [67, 68] messen 5718 202, 5105 543

Kayser u Runge (49, 55) Bogen	Exner u Haschek (81) Bogen	Eder u Valenta (58) Funke	Hemsalech (70[a])	Exner u Haschek (73) Funke	
5076 42 2 u		5076 49 1 u	—		
—		67 33 2U	—		
—		60 86 1	—		
—		59 58 1U	—		
—		53 02 2 u	—		
34 48 1 u		34 49 1 u	—		
—		16 99 2 u	5016 7 1		
—		13 40 2 u	—		
—		07 49 1	—		
—		05 38 2	—		
—		01 50 1	—		
—		4985,94 2 u	—		
—		54 83 4 u	—		
—		45 17 1 u	—		
—		38 56 1U	—		
—		32 86 4U	4932 6 2		
—		27 66 1	—		
—		21 82 1 u	—		
—		19 65 1?	—		
—		13 98 1?	—		
—		10 77 3 u	10 9 3		a)
—		4889 89 2			
4866 38 2U		67 33 2U			
—		56 48 1?			
4794 23 2U		—			
67 69 2U		4767 74 1?			
—		58 61 2 u			
—		48 85 2			
04 77 8		04 76 5		4704 82 2	1) 4)
4697 62 4U		4697 83 3 u		—	
—		83 35 2U		—	
74 98 6 u		74 98 6		—	1)
51 31 8	4651 35 8	51 29 8		4651 38 6 r	1) 4)
—	—	49 31 2		—	
42 78 2U	—	43 05 2 u		—	
—	—	34 47 1 u		—	
—	—	30 77 4		—	
—	—	23 26 1 u		—	
—	—	21 52 2		—	
—	—	14 30 2 u		—	
—	—	07 45 2		—	
—	—	01 80 2		—	
4587 19 10U	4587 17 2 u	4587 17 8		4587 2 3 u	1) 5)
—	—	55 94 1U		56 06 1	

a) Hemsalech [70[a]] giebt noch einige Funkenlinien, die von anderen nicht beobachtet sind, nämlich 4852 05, 4832 7, 4813 9, 4781 6, 4767 0, 4523 5, 4432 9?, 4426 15?, 4206 4? 4060 5, 4041 15?, 4012 4, 4009 2, 4004 95, 4001 55, 3999 8

1) Von Demarçay [56] im Funken nach Lösung des Chlorids gemessen

4) Auf Zeeman-Effect untersucht

5) An diesen Linien ist anomale Dispersion beobachtet

	Kayser u Runge (49, 55) Bogen	Exner u Haschek (81) Bogen	Crew u Tatnall (53) Bogen	Eder u Valenta (58) Funke	Exner u Haschek (73) Funke	
	4539 98 8R	4539 9 1 u		4539 60 3 u	4539 9 2 u	
II N I,4	31 04 8R	31 03 3		30 98 2	31 02 2	1) 4)
	13 39 2 u	—		—	—	
	09 60 4	09 58 2		09 50 4 u	09 59 3 r	1) 4)
	07 62 6U	—		07 77 1U	—	
	—	—		05 65 1U	06 17 1	
	—	—		4492 57 2U	—	
II N II,4	4480 59 8R	4480 60 2		80 52 3U	4480 61 1	1) 4)
	15 79 6 u	—		16 06 1U	—	
	4397 42 1U	—		—	—	
	78 40 8R	4378 35 2 u		4378 30 1 u	4378 38 3	1)
	54 91 2U	—		—	—	
	36 17 2 u	—		—	—	1)
	29 00 2U	—		—	—	1)
	4275 32 8R	4275 32 10		4275 36 10	4275 30 5 r	1) 4)
	67 48 1 u	—		—	—	
	59 63 6 u	—		60 17 1 u	59 8 1 u	
	53 53 2 u	-		--	—	
	49.21 4	4249 15 1		49 17 3 u	49 15 2 r	
	42 42 2 u	—		—	—	1)
	31 20 1U	—		—	—	
	—	—		28 37 1 u	28 10 1	1)
	4177 87 4 u	4177 9 1 u		4177 92 2 u	4178 0 1 u	1)
	23 38 2 u	—		—	23 5 1 u	
	4080 70 2U	—		—	—	
	73 28 2U	4075 75 1		—	—	1)
I N I, 5	63 50 1 u	—		—	—	
I N I, 5	62 94 10 r	62 91 50 r		4062 89 7 r	4062 87 3	1) 3)
P_2	56 8 2 v	—		—	—	1)
	—	—		43 70 3	43 62 3	1)
I N II, 5	22 83 10 r	22 87 30 r		22 91 4	22 85 2 r	1) 3)
P_2	15 8 1 v	—		—	—	
	10 96 2U	—		—	—	
	03 18 2	—	4003 18 2	—	03 2 1 u	1)
	—	—	3998 08 1 u	—	—	
	—	—	—	3983 31 1 u	—	
	—	—	—	81 84 1 u	—	
	—	—	79 97 1 u	79 74 1 u	—	
	3976 12 1U	—	76 14 1U	—	—	
	64 40 1U	—	64 27 1 u	—	—	
	—	—	—	62 77 1 u	—	
	—	—	61 64 1	—	—	
	—	—	—	59 60 1 u	—	
	—	—	—	54 98 1 u	—	
	—	—	—	52 02 1 u	—	
	—	—	51 63 1	—	—	

1) Von Demarçay [56] im Funken nach Losung des Chlorids gesehen
3) Rowland [51] giebt fur diese Linien 4062 789, 4022 685
4) Auf Zeeman-Effect untersucht

	Kayser u Runge (49, 55) Bogen	Exner u Haschek (81) Bogen	Crew u Tatnall (53) Bogen	Eder u Valenta (58) Funke	Exner u Haschek (73) Funke	
	—	—	—	3948 18 1 u	—	
	3947 09 1 u	—	3947 00 1 u	—	—	
	—	—	—	34 15 2	—	
	33 20 1 u	—	33 11 1 u	—	—	
	25 40 2 u	3925 45 1 u	25 36 2	—	—	
	—	—	—	23 10 2	—	
	21 38 1 u	—	21 32 2	—	—	
	—	—	—	19 72 2 u	—	
	—	--	—	17 67 1 u	—	
	—	—	—	14 00 2 u	—	
	—	-	—	12 35 1 u	—	
	3899 43 1 u	—	3899 42 1	3899 90 2	—	
	—	—	—	94 64 1 u	—	
	—	—	88 73 1 u	88 77 1 u	—	
	—	—	—	87 12 1 u	—	
	—	—	83 39 1	—	—	
	81 80 1 u	—	81 75 1 u	—	—	
II N I, 5	61 88 2 u	—	61 90 2	61 88 1	—	
	60 64 4 u	3860 63 1	60 57 8	60 95 2 u	3860 65 1	1)
	—	—	44 57 1 u	—	—	
	—	—	—	39 03 2 u	—	
	—	—	37 48 1 u	—	—	
	—	—	—	34 86 1 u	—	
	—	—	—	31 97 1 u	—	
	—	—	—	26 40 2 u	—	
II N II, 5	25 13 1 u	—	25 17 1	—	—	1)
	21 01 1 u	—	20 97 4	—	—	1)
	—	—	20 52 1	—	—	
	17 45 1U	—	17 57 1 u	—	—	
	13 62 1 u	—	13 60 2?	13 77 2 u	—	
	12 08 1 u	—	12 08 1 u	12 05 1 u	—	
	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	09 75 1	
	—	—	—	09 29 3 u	09 30 1	
	—	—	—	07 84 2 u	—	
	05 33 2 u	—	05 29 6	—	-	
	—	—	—	04 50 1 u	—	
	03 62 1U	—	03 64 1 u	—	—	
	—	—	—	01 29 1 u	—	1)
	00 55 2 u	—	00 57 4	—	00 7 1	
	00 06 1 u	—	3799 99 2	3799 47 1 u	—	
	3797 29 1 u	—	97 34 1 u	—	—	
	—	—	—	91 12 4 u	3791 2 1 u	
	—	—	85 74 1 u	—	—	
	—	—	—	84 24 2 u	—	
	—	—	—	81 97 1 u	—	
	80 14 1U	—	80 20 1 u	80 31 1 u	—	
	—	—	—	77 17 3 u	77 2 1 u	

1) Von Demarçay [56] im Funken nach Lösung des Chlorids gesehen

	Kayser u Runge (49, 55) Bogen	Exner u Haschek (81) Bogen	Crew u Tatnall (53) Bogen	Eder u Valenta (58) Funke	Exner u Haschek (73) Funke	
	—	—	—	3775 15 2u	—	
	3771 96 4u	3772 00 1	3771 96 4	72 17 1u	3772 0 1u	
	—	—	—	—	—	
	64 90 1U	–	64 98 1u	64 21 1u	—	
	—	—	—	62 23 1u	—	
	59 53 2u	—	59 56 4	—	59 6 1u	1)
	—	—	—	54 78 1u	—	
	—	—	—	52 29 2u	52 5 1u	
	—	—	—	48 50 1u	—	
	—	—	45 53 2u	—	—	1)
	—	—	—	44 94 2u	—	
	—	—	43 53 1	—	—	
	41 32 4u	41 39 1	41 36 6	41 44 2	41 40 1	1)
	—	—	—	37 62 1u	—	
	34 27 2u	34 45 1	34 29 6	34 68 2	34 28 1	1)
	—	—	—	26 43 1u	—	
	21 76 1U	—	21 79 1u		—	
	20 84 1	—	{ 20 89 2	20 32 1u	—	
	—	—	{ 20 09 1	-	—	
	—	—	—	15 27 1u	—	
	12 05 2u	—	12 06 4u	—	—	
	—	—	07 31 1u	—	—	
	—	—	—	03 10 2u	—	
	00 63 4u	00 70 1	00 61 6	00 56 1u	00 65 1u	1)
	3699 19 2u	—	3699 17 1u	3697 99 1u	—	
	95 42 2u	—	95 48 1u	-	—	
I N I, 6	88 60 2U	3688 60 2u	88 38 1U	—	—	
	—	—	—	87 75 2u	—	1)
	—	—	86 67 2	86 70 3	3686 69 3	1)
	85 05 1	—	85 01 1	—	—	1)
	84 75 2u	84 83 1	84 77 6	—	84 8 1u	1)
	76 97 2u	—	76 96 2	—	77 0 1u	
	72 00 2u	72 1 1	72 04 2	—	72 1 1u	
	65 85 2u	65 90 1	65 83 4	—	65 9 4u	1)
	—	—	64 21 1u	—	—	
	59 44 1u	59 5 1	59 44 2	59 54 1u	59 5 1u	
	56 90 1u	—	56 86 1	—	-	
	55 99 2	56 00 1	55 99 4	56 22 1	56 00 1	1)
I N II, 6	54 6 2U	54 7 1u	54 47 1	54 59 1?	—	1)
	52 56 1U	52 5 1u	52 48 1	—	—	
	—	—	50 97 1u	—	—	
	48 52 1u	—	48 52 2	—	48 50 1	
	45 32 2u	45 36 1	45 31 4	45 00 1U	45 3 1u	
	44 20 2u	—	43 80 1	—	—	
	41 79 2u	41 83 1	41 80 2	42 00 1U	41 8 1u	
	—	—	—	39 47 1u	—	1)
	36 01 2u	36 04 1	36 01 4	36 10 2u	36 05 1u	1)
	—	—	—	33 14 1u	—	

1) Von Demarçay [56] im Funken nach Lösung des Chlorids gemessen

Kayser u Runge (49 55) Bogen		Exner u Haschek (81) Bogen		Crew u Tatnall (53) Bogen		Eder u Valenta (58) Funke		Exner u Haschek (73) Funke		Hartley u Adeney (40) Funke	
3632 65	2u	—		3632 67	2v	—		—			
29 91	1	—		29 90	1	—		—			
27 39	4u	3627 4	1u	27 40	4	3627 64	1u	3627 4	1u		
—		—		—		25 61	1u	—			
24 35	2u	—		24 36	2	24 44	1u	—			
21 33	4u	21 36	1	21 32	6	21 31	2u	21 3	1u		1)
20 47	2u	20 47	1	20 47	2	20 46	1u	20 60	1		1)
14 31	1u	14 30	1	14 31	1	—		14 3	1		
13 86	2u	13 90	1	13 85	4	13 89	2u	13 40	1		1)
10 86	2u	—		10 88	2u	11 08	1u	—			
09 39	2	—		09 43	2	—		—			
—		—		—		—		—			
02 11	6u	02 19	4	02 10	6	02 10	4u	02 17	3		1)
3599 20	6u	3599 28	5	3599 20	6	3599 24	4u	3599 27	3	3598 9	1)
—		—		—		—		—		96 6	
—		—				49 09	1u	—		—	
46 54	1u	—				—		—		—	
45 05	2u	45 12	1			—		45 0	1u	—	
33 84	4u	33 86	2			33 79	2u	33 88	1	—	
30 50	4	30 51	6			30 44	3	30 53	2	—	1)
27 55	4u	27 60	1			27 56	2	27 60	1	—	
24 31	2u	24 37	2			24 36	3	24 39	1	23 6	1)
20 07	4u	20 18	1			20 20	2	20 13	1	—	
—		—				16 86	1	—		—	
12 19	6u	12 28	3			12 16	3	12 25	2u	10 4	
00 37	1u	-				—		—		—	
3498 11	2u	3498 22	1			—		—		—	
88 89	1u	88 96	1			—		3488 97	1	—	
87 62	1u	—				-		87 7	1u	—	
83 82	4u	83 91	4			3483 82	4	83 90	2	3483 2	
76 07	4u	76 13	2			76 03	3	76 13	2	78 8	
—		72 28	1			72 26	1u	72 2	2u	71 6	
—		57 97	3			—		57 99	1	55 8	
54 76	4u	54 8	1u			54 64	1u	54 8	1u	—	
50 47	6u	50 48	2			50 43	3	50 50	2	50 1	
22 22	2U	—				—		—		—	
20 20	1u	—				—		—		—	
15 94	2u	—				15 74	1u	—		—	
13 41	2u	—				13 27	1u	—		—	
04 73	2u	04 75	1			04 62	1u	04 7	1u	—	
02 28	2u	02 39	1			02 31	1u	02 3	1u	—	
3396 39	1	—				—		—		—	
95 52	2u	—				—		3395 6	1u	—	
93 09	2	—				3393 51	3	—		—	
92 10	1	—				—		-		—	
91 09	2	—				—		—		—	
88 21	1U	—				—		—		—	
84 88	2u	—				—		—		—	

1) Von Demarçay, [56] im Funken nach Chloridlösung gemessen

	Kayser u Runge (49 55) Bogen		Exner u Haschek (18) Bogen		Eder u Valenta (58) Funke		Exner u Haschek (39) Funke		Hartley u Adeney (40) Funke	
	3381 52	4 u	3381 56	1	3381 43	2 u	3381 55	1 u	3381 0 ?	
	—		—		—		81 3	1 u	—	
	75 74	2 u	75 80	1	—		75 8	1 u	—	
	—		—		—		69 69	1	—	
	65 46	4 u	65 48	3	65 45	3	65 51	2 r	—	
	54 57	2 u	54 6	1 u	—		54 5	1 u	—	
	49 38	4 u	49 40	1	49 43	2	49 40	1	—	
	42 99	1U	—		—		—		—	
	37 95	4	37 96	5	38 00	4	37 97	2	—	
	—		35 37	1	35 59	1 u	35 36	1	—	
	29 68	4 u	29 74	1	29 64	1 u	29 73	1	—	
	19 76	4 u	19 81	2	19 74	2	19 78	1	—	
	17 28	4 u	17 32	3	17 35	2	17 30	1	—	
	08 10	8 u	08 09	8	08 10	7	08 07	5	06 8	
	—		3293 08	1	—				—	
	3292 95	2	93 00	2	3292 77	1 u	3293 05	1	—	
	90 62	6U	90 67	4	90 60	3	90 67	3	3289 9	
	82 78	4 u	82 83	4	82 79	2	82 80	2	82 1	
	79 89	2	79 91	4	79 89	3	79 92	2	—	
	77 35	1	77 45	1	—		77 42	1	—	
P3	74 06	10R	74 09	800R	74 09	8	74 08	20R	73 2	2)3)5)
	—		68 38	2	—		68 40	1	—	
	66 05	2 u	66 16	1	66 03	1	66 15	1	65 2	
	—		—		—		52 40	1	60 2	
P3	47 65	10R	47 68	1000R	47 65	10	47 66	30R	46 9	2)3)5)
	43 21	4 u	43 28	4	43 13	3 u	43 27	3	43 9?	3)
	35 74	4 u	35 84	2	35 68	3	35 82	2	—	
	—		34 04	1	—		—		33 4?	
	31 19	4 u	31 29	2	31 25	2	31 25	1	—	
	26 61	2 u	26 7	1	26 60	1 u	—		—	
	24 69	2 u	24 80	1	24 67	2 u	24 75	1	—	
	23 47	2 u	23 59	1	23 47	2 u	23 55	1	—	
	11 47	2 u	—		—		—		—	
	08 32	4	08 30	4	08 41	1 u	08 32	1	—	3)
	—		—		04 64	2 u	—		—	
	—		—		00 20	2	—		—	
	3194 17	4	3194 21	5	3194 15	6	3194 22	2	—	3)
	75 81	2U	—		—		—		—	
	—		—		—		70 7	1 u	—	
	69 73	4 u	69 80	2	69 68	3 u	69 77	1	—	
	60 09	2	60 40	1	59 85	6 u	—		—	
	—		56 74	2	—		—		—	
	51 67	2 u	—		—		—		—	
	46 93	4 u	46 93	2	46 84	1 u	46 95	1		
	42 47	4 u	42 57	4	42 38	1 u	42 56	1	—	
	40 42	4 u	40 45	2	40 33	1 u	40 50	1	3139 7	

2) Von de Watteville [83] in Flamme mit Pulverisator gesehen
3) Rowland [5] giebt fur diese Linien 3274 096, 3247 688, 3243 332, 3208 326, 3194 206
5) An diesen Linien ist anomale Dispersion beobachtet

Kayser u Runge (49, 55) Bogen	Exner u Haschek (81) Bogen	Eder u Valenta (58) Funke	Exner u Haschek (73) Funke	Hartley u Adeney (40) Funke	
—	—	—	—	3134 2	
3128 73 4u	3128 81 3	—	3128 80 1	—	
26 22 6u	26 25 6	3126 16 6	26 22 3	23 7	
20 53 2u	20 58 1	—	—	—	
16 48 4u	16 45 2	16 34 1u	16 45 1u	15 7	
13 59 2u	13 6 1	—	—	—	
08 64 6u	08 70 8	08 55 5	08 79 3	07 4	3)
3099 97 4u	00 05 3	3099 93 5	00 04 2	3097 8	
94 07 2	3094 12 4	94 01 3	3094 11 1	—	3)
—	88 25 1	88 10 1u	88 20 1	—	
73 89 4	73 94 3	73 82 1	73 95 1	—	3)
70 86 1u	—	70 86 1	—	—	
63 50 6	63 56 4	63 50 3	63 55 2	—	3)
57 73 2	—	—	—	—	
53 52 1u	—	—	—	—	
52 73 1u	—	—	—	—	
44 18 2u	—	—	—	—	
36 17 6	36 22 5	36 15 3	36 20 2	35 6	
30 33 2u	—	—	—	—	
25 07 2u	25 15 1	—	—	23 4	
22 65 4u	22 74 1	—	22 7 1u	—	
21 73 2u	21 70 1	—	21 7 1u	—	
12 07 4u	—	—	—	—	
10 92 4	10 98 4	10 93 3	10 95 2	—	
—	—	07 42 1u?	—	—	
—	2998 50 1	-	—	—	
2997 46 4	97 48 4	2997 47 1	2997 47 1	—	3)
91 91 2U	-	—	—	—	
86 10 4U	—	—	—	—	
82 91 2U	—	82 21 1u	—	—	
79 52 2U	79 5 1u	79 31 1u	—	—	
78 42 2U	78 4 1u	—	—	—	
—	—	76 00 1u	—	—	
—	—	71 80 1u	—	—	
61 25 6R	61 31 5	61 20 5	61 30 3	2959 6	2)
51 38 4u	—	—	—	—	
25 65 2u	—	—	—	—	
24 99 1u	—	—	—	—	
11 29 2u	—	—	—	—	
2891 77 2U	—	—	—	—	
90 97 2U	—	—	—	—	
—	—	2884 50 1u	2884 48 1	—	
83 03 4	2883 06 3	83 05 1	83 05 1?	2882 4	
79 04 2U	—	—	—	—	
—	—	78 02 3	77 97 3	77 4	
75 66 2U	—	—	—	—	
74 60 2U	—	—	—	—	
—	—	60 45 3	—	—	

2) Von de Watteville [83] in Flamme mit Pulverisator gesehen

3) Rowland [51] giebt 3108 661, 3094 049, 3073 939, 3063 512, 2997 437

Kayser u Runge (49, 55) Bogen	Exner u Haschek (81) Bogen	Eder u Valenta (58, 66) Funke	Exner u Haschek (73) Funke	Hartley u Adeney (40) Funke	
—	2858 85 1?	2858 28 1 u	2858 4 1 u	—	
—	—	—	58 0 1 u	—	
—	—	37 66 2 u	37 68 2	2836 5	
—	24 50 4	24 47 6	24 49 4	23 2	
—	—	13 25 2	13 10 1	—	
—	—	2799 55 1 u	—	—	
—	—	95 60 2	—	—	
2792 07 2U	—	—	—	—	
86 65 2U	—	—	—	—	
83 67 2U	—	—	—	—	
82 73 2U	—	—	—	—	
—	—	80 25 1	—	—	
—	—	77 15 1	—	—	
69 87 1 u	—	69 89 8	2769 95 8	2769 1	a)
68 94 4 u	2769 02 1	—	—	—	
66 50 6Rr	66 51 10	66 47 2	66 53 2	66 2	2)
—	—	63 80 1	—	—	
51 86 1 u	—		—	—	
51 38 4U	51 42 1	51 33 2 u	—	—	
—	—	45 57 6	45 52 2	45 9	
—	—	41 18 6	—	—	
—	—	40 07 1	40 0 1	—	
—		37 65 3	37 6 1	—	
—	—	34 07 2 u	—	—	
—	—	31 58 2 u	—	—	
—	—	29 46 1 u	—	—	
24 04 4U	—	24 1 2 u	—	—	
—	—	22 00 4	21 93 2?	21 2	
—	—	19 01 6 u	19 02 6	18 4	
15 67 4U	—	—	—	—	
—	—	13 77 8	13 76 8	13 1	
—	—	03 45 9	03 42 5	02 7	
—	—	01 30 10	01 21 8	00 5	
—	—	2698 54 1	—	—	
2696 83 1 u	—	96 61 2	—	—	
—	—	89 58 10	2689 56 8	2688 8	
87 85 1 u	—	—	—	—	
81 16 1 u	—	80 0 1 u	—	—	
76 59 2 r	—	—	—	—	
72 24 2U	—	—	—	-	
—	—	66 59 6	66 52 3	66 0	
—	—	58 7 1 u	—	—	
51 78 2U	—	—	—	—	
49 93 2U	—	49 9 1 u	—	—	
45 45 2U	—	—	—	—	
—	—	44 06 5	44 00 1	43 5	
—	—	41 70 2	41 65 1	—	

a) Von hier an ist Eder und Valenta [66] genommen

2) Von de Watteville [83] in Flamme mit Pulverisator gesehen

Kayser u Runge (49) Bogen	Exner u Haschek (81) Bogen	Eder u Valenta (66) Funke	Exner u Haschek (73) Funke	Hartley u Adeney (40) Funke	
2635 02 4U	—	2635 1 1u	—	—	
30 15 4U	—	30 67 1u	—	—	
27 49 2U	—	—	—	—	
—	—	24 4 1u	—	—	
—	—	—	2620 87 1	—	
18 46 10R	2618 46 5R	18 47 8	18 50 3r	2617 8	[2])
—	—	09 42 7	09 39 2	08 9	
05 08 1U	—	—	—	—	
—	—	00 53 10	00 49 5	2599 7	
—	—	2599 13 8	2599 03 3	98 3	
—	—	92 9 1u	—	—	
—	—	90 79 5	90 75 3	90 1	
—	—	87 63 1u	—	—	
—	—	86 70 1u	—	—	
—	—	84 0 1?	—	—	
—	—	81 37 1	—	—	
2580 52 2U	—	80 36 1	—	—	
79 40 2U	—	78 16 1u	—	—	
--	—	77 91 1u		—	
—	—	76 95 1u	—	—	
—	—	76 10 1u	-	—	
—	—	75 30 2	--	—	
—	—	73 52 3	73 50 1	73 0	
—	—	72 00 4	71 99 1	72 0	
—	—	71 99 3u	—	70 9	
—	—	71 14 2u	—	—	
70 76 2u	-	—	—	—	
69 99 2U	—	69 80 1u	—	—	
67 17 1u	—	66 52 5	66 50 1	65 3	
—	—	64 35 1	—	—	
63 54 2r	—	63 1 1	—	—	
—	—	61 5 1u	—	—	
—	—	57 4 1u	—	—	
—	—	54 47 2	—	—	
53 38 1r	—	53 28 2U	53 33 1	53 7	
—	—	52 90 1u	—	52 2	
—	—	52 1 1u	—	—	
—	—	50 48 2u	—	—	
47 67 2r	—	—	—	—	
—	-	45 09 10	45 02 20	44 6	
—	—	38 83 4	38 8 1	38 2	
—	—	35 47 4	35 4 1?	—	
—	—	33 8 1u	—	33 9	
—	—	32 99 2u	32 95 1u	31 4	
—	—	32 20 2u	32 2 1u	—	
—	—	29 61 8	29 50 8	28 8	
—	—	26 84 5	26 79 4	26 2	
—	—	25 16 3	25 1 1u	—	
—	—	23 23 4	23 25 1u	22 7	

2) Von de Watteville [83] in Flamme mit Pulverisator gesehen

Kayser u Runge (49) Bogen	Exner u Haschek (81) Bogen	Eder u Valenta (66) Funke	Exner u Haschek (73) Funke	Hartley u Adeney (40) Funke	
—	—	2522 45 4	2522 45 1	2522 1	[2])
—	—	21 19 2	21 15 1 u	—	
—	—	19 02 2	19 0 1 u	18 3	
—	—	18 54 3	18 55 1 u	17 5	
—	—	17 03 2	17 05 1 u	—	
—	—	16 55 2	16 5 1 u	—	
—	—	14 87 1	—	—	
—	—	13 22 5	—	13 2	
—	—	11 46 5	11 50 1	12 2	
—	—	10 95 1	—	—	
—	—	08 68 5 u	08 7 1	08 7	
—	—	06 51 10	06 51 10 r	06 2	
—	—	04 84 1 u	—	—	
—	—	03 62 1 u	—	—	
—	—	03 1 1 u	—	—	
—	—	00 87 2U	—	—	
—	—	2497 69 3	2497 70 1	2497 4	
—	—	96 12 4 u	96 20 1	95 9	
2494 97 2	—	—	—	—	
—	—	93 6 1 u	—	—	
92 22 6R	2492 25 2	92 21 6	92 24 2	91 4	
—	—	89 72 8	89 70 5	89 1	
—	—	86 57 4 u	86 60 1	85 6	
—	—	85 99 4 u	85 99 5	—	
—	—	82 37 5	82 43 2	81 8	
—	—	81 2 6	—	—	
—	—	79 8 1	—		
—	—	78 36 3 u	—	78.2	
—	—	75 44 1 u	—	75 1	
—	—	75 19 1 u	—	—	
—	—	73 50 3	73 55 4	73 2	
—	—	68 60 8	68 67 2	68 4	
—	—	65 97 4 u	66 00 1	65 2	
—	—	64 93 2 u		—	
—	—	63 10 2 u	—	—	
—	—	62 11 3 u	—	61 5	
60 98 2 u	—	60 49 1U	—	—	
—	—	59 4 1U	59 45 1	—	
58 97 2 u	—	58 85 1U	58 73 1	58 2	
—	—	57 9 1 u	—	—	
—	—	53 16 5	53 13 1	52 5	
—	—	51 9 1	—	—	
—	—	49 5 1	—	—	
—	—	47 62 2 u	—	—	
—	—	46 82 2 u	46 9 1	46 7	
—	—	45 52 2 u	—	—	
—	—	44 54 5	44 50 2	44 1	
—	—	43 55 2 u	43 47 1	—	
—	—	42 78 2 u	—	—	

2) Von de Watteville [83] in Flamme mit Pulverisator gesehen

Kayser u Runge (49) Bogen	Exner u Haschek (81) Bogen	Eder u Valenta (66) Funke	Exner u Haschek (73) Funke	Hartley u Adeney (40) Funke	
2441 72 6R	2441 75 1	2441 73 6	2441 70 2	2441 6	2)
—	—	40 29 3u	—	39 8	
—	—	38 01 4	—	—	
—	—	36 02 5	35 95 1	35 7	
—	—	33 68 3	—	—	
—	—	30 64 4u	30 5 1	30 3	
—	—	29 18 2u	29 10 1	28 2	
—	—	28 37 3u	—	—	
—	—	24 69 6	24 62 2	25 1	
—	—	22 03 3	—	22 0	
—	—	20 0 1u	—	—	
—	—	18 5 1u	—	—	
—	—	16 26 5	—	—	
—	—	14 9 1u	—	—	
—	—	14 3 2	—	—	
—	—	13 2 1	—	—	
—	—	12 46 5	12 39 1	12 2	
—	—	12 23 4	12 18 1	—	
—	—	08 6 1u	—	—	
06 82 8r	06 79 1	06 80 1	—	—	
—	—	05 63 1	05 54 1	04 8	
—	—	03 58 8u	03 51 6	03 3	
00 18 4	—	00 23 6	00 18 6	00 1	
—	—	2394 62 2	—	—	
2392 71 8Rr	2392 80 3	92 76 4	2392 72 1	2393 0	
—	—	91 83 3	91 81 1	92 2	
—	—	85 18 2u	85 10 1	85 2	
—	—	76 51 5u	76 43 2	76 7	
—	—	—	72 34 1	71 6	
—	—	70 95 4	70 93 1	—	
69 97 6	69 96 1	69 95 10	69 94 10	70 1	
—	—	68 28 5	68 20 1	68 7	
—	—	—	67 55 1	—	
—	—	64 24 1u	64 3 1	—	
63 28 1	—	63 34 1u	63 3 1	—	
—	—	62 8 1u	—	—	
—	—	61 68 1u	61 67 1	—	
56 68 4	—	56 70 6	56 67 3	57 2	
—	—	55 24 4u	55 19 2	55 0	
—	—	48 90 3u	48 86 2	48 8	
45 59 2	—	46 23 2	46 22 1	46 2	
—	—	45 52 1u	—	—	
—	—	45 34 1u	—	—	
—	—	41 28 2	—	—	
—	—	39 1 1u	—	—	
—	—	36 31 4	2336 30 2	2336 6	
—	—	24 64 1u	—	—	
—	—	23 14 1u	23 20 1	—	
—	—	20 38 2	—	—	

2) Von de Watteville [83] in Flamme mit Pulverisator gesehen

Kayser u Runge (49) Bogen	Exner u Haschek (81) Bogen	Eder u Valenta (66) Funke	Exner u Haschek (73) Funke	Hartley u Adeney (40) Funke	
2319 70 4 u	2319 74 1	2319 7 1	—	—	
—	—	16 08 2	—	—	
—	—	15 3 1	—	—	
—	—	12 46 1	—	—	
—	—	09 74 2	2309 71 1	—	
03 18 6	03 18 1	03 18 4	—	2303 8	
—	—	00 51 1	—	00 5	
—	—	2299 67 2	—	—	
—	—	98 40 1	-	2297 5	
-	—	96 92 1	—	—	
2294 44 2	2294 45 1	94 44 6	2294 45 4	95 0	
93 92 10R	93 94 4R	93 98 3	92 79 1	94 6	
—	—	92 79 1	—	—	
—	—	91 96 4	91 20 2	91 1	2)
—	—	86 79 4	86 80 2	86 7	
82 20 1 u	—	—	—		
—	—	80 92 1	—		
—	—	78 48 2	—	79.6	
76 30 4	76 35 1	76 30 6	76 36 4	77 0	
—	—	74 9 1	—	-	
—	—	65 50 2	65 55 2	65 8	
—	—	63 89 3 u	64 00 3	63 9	
63 20 6R	63 14 3R	63 27 2	63 40 2	63 2	
60 58 4R	60.58 1	60 58 2	—	57 7	
—	—	55 12 2 u	55 13 2	—	
—	—	52 00 1 u	—	50 0	
—	—	49 13 3 u	49 12 2	48.2	
47 08 4 u	47 09 1	47 08 7 u	47 06 8R	47 7	
44 36 1	44 34 1	44 29 1 u	—	44 0	
42 68 4	42 69 1	42 68 7	42 69 6	43 5	
40 89 1 u		—	—		
38 52 2R	38 5 1 u	—	—	—	
36 40 1R	36 7 1 u	—	—	—	
—	-	—	—	-	
—	—	31 74 1	31 71 1	33 0	
—	—	31 14 2	31 10 1	32 2	
30 16 8R	30 16 2R	30 18 3 u	30 29 1	31 2	
—	—	—	30 01 1	—	
28 95 4	28 91 1	28 94 4	28 94 3	30 0	2)
27 85 8R	27 81 2R	27 85 2 u	27 86 1R	29 1	2)
—	—	26 91 3 u	26 95 2	28 1	
25 77 6R	25 78 1R	25 77 2	25 80 1	27 0	
—	—	24 90 2	24 95 2	26 0	
18 21 2	18 17 1	-	18 7 1 u	19 3	
—	—	18 18 6	18 19 3	--	
—	—	—	—	18 5	
15 78 6R	15 70 2R	15 38 3	15 28 2	16 5	
14 68 8R	14 67 2R	14 80 3	—	15 8	
—	—	12 89 1	12 95 1	14 1	

2) Von de Watteville [83] in Flamme mit Pulverisator gesehen

Kayser u Runge (49) Bogen		Exner u Haschek (81) Bogen		Eder u Valenta (66) Funke		Exner u Haschek (73) Funke		Hartley u Adeney (40) Funke
2210 35	2	2210 35	1	2210 35	5	2210 35	3	2211 3
—		—		09 95	1	09 94	1	10 8
—		—		—		—		08 8
—		—		00 60	1	01 65	1	00 3
2199 77	8R	2199 70	2R	2199 76	3	2199 98	1	2199 8
—		—		—		99 65	1	—
—		—		95 87	3	95 87	2	96 5
92 35	2 u	92 35	1	92 36	5	92 35	3	92 0
—		—		—		—		91 2
89 69	2	89 70	1	89 69	5	89 69	3	89 6
—		—		—		—		88 5
—		—		83 0	1	82 88	1	—
81 80	4R	—		81 78	1	—		81 0
79 41	4	79 48	1	79 45	5	79 49	3	79 0
78 97	6R	—		79 10	1	—		78 0
—				75 14	3	75 13	2	74 5
71 88	1R			—		—		—
69 49	1			—		—		—
65 20	4R			65 14	1	65 14	1	—
—				61 44	1	61 49	2	—
—				57 29	2	—		—
—				51 95	3	51 99	1	—
49 05	2			49 05	4	49 08	2	48 8
—				47 06	2 u	47 10	1	—
—				45 64	2 u	—		—
—				44 9	1 u	—		—
36 05	2			36 05	3	36 08	3R	35 8
—				34 51	2	34 49	2	34 2
—				30 20	1 u	—		-
26 11	2			26 09	3	26 12	2	—
—				—		—		24 4
—				25 26	2	25 28	1	24 0
—				—		—		22 1
23 06	2			23 06	3	23 08	2	21 5
—				17 44	2	17 46	2	16 0
12 19	1			12 19	2	12 19	2	10 5 d?
04 88	4R			04 88	2	04 89	1	03 0
—				2098 51	2 u			
—				93 78	1			
—				88 12	2			
2085 40	1			85 39	3			
—				78 83	2			
—				70 4	1 u			
68 45	1			—				
—				66 82	1 u			
—				62 58	1 u			
61 77	1			—				
55 08	1			55 05	2			
43 73	1			43 84	2			
37 28	1			37 24	2			
35 90	1			36 93	2			

Kayser u Runge (49) Bogen	Eder u Valenta (66) Funke
—	2031 08 1 u
—	25 53 2
2025 14 2R	—
16 76 1	16 85 2
15 53 1	16 0 2
—	15 69 1
13 19 1	13 19 1 u
03 50 1	—
1999 68 1	1999 71 2

Kayser u Runge (49) Bogen	Eder u Valenta (66) Funke
1995 16 1	—
89 24 1	1989 20 2
79 26 1	79 27 2
71 99 1	—
—	70 00 1
56 83 1	—
43 88 1	44 11 2
—	38 35 1

2. Bandenspectrum.

Das Spectrum ist im Allgemeinen immer dem Oxyd zugeschrieben worden; mit Hartley nenne ich es Kupferbandenspectrum Es sind freilich keine sicheren Beweise fur die Zugehorigkeit zum Metall selbst zu geben, allein die Analogie zu Ag und Au und das Aussehen der nach Roth abschattirten Banden macht die Annahme recht wahrscheinlich Auch der Umstand, dass Basquin [72] die Hauptbande im Bogen in Wasserstoffatmosphare findet, spricht fur das Metall selbst Von dem Spectrum hat zuerst Mitscherlich [13] eine Zeichnung gegeben, dann wird es besprochen durch Diacon [16] und Leeds [21], Ciamician [33] liefert wieder nur eine Zeichnung Hartley [52] giebt eine ausfuhrliche Messung, spater mit Ramage [70] 5 Kanten Dann hat Lanzrath [79] fur einige Banden die einzelnen Linien gemessen und die Structur untersucht — Ich gebe zunachst die Zahlen der Kanten, alle Banden laufen nach Roth.

Hartley (52)	Hartley u Ramage (70)	Lanzrath (79)
5840?		
5790		
5356		
5296		5300?
5241		—
5183		—
5107		—
4957		—
4849		—
4777		—
4712		—
4688	4689 stark	4689
4644	4649 stark	4648 68
4518	—	—
4456	—	4452 08?
4379	—	—
4328	—	4327 8
4280	4280 s stark	4279 87
4228	—	—
	4005 stark	4005 44
	3777 schwach	3777

King [84] sieht die Banden 4689, 4649, 4280, 4005, daneben noch Kanten bei 4598, 4547, 4499. — Lanzrath findet, dass von jeder Kante zwei Serien ausgehen, deren Linien er angiebt. Auch Basquin [72] hat die Linien der stärksten Bande 4279 gemessen, schreibt sie aber irrthümlich einer Wasserstoffverbindung zu. Kien [101] misst ebenfalls eine ganze Anzahl der Cu-Bandenlinien, namentlich derer, die von den Kanten 4005 und 4279 ausgehen. — Die beiden von Lockyer [42] gesehenen Kanten bei 6130 und 6050 sind sonst nicht gemessen. — Im Ganzen ist also das Spectrum noch immer ziemlich unbekannt.

3. Chloridverbindung.

Die Literatur für dies Verbindungsspectrum ist sehr gross. Mitscherlich [13] hat es zuerst gezeichnet, und [15] zur Erkennung von Chlor empfohlen. Es ist ausserordentlich empfindlich. Spuren von Cl und Cu genügen, um es in Flammen sichtbar zu machen. Hartley [107] berichtet, dass er einen Quarzfaden in Kupferlösung getaucht, dann in einer Gebläseflamme stundenlang erhitzt habe, wenn dann dem Gasstrom Chloroform zugeführt wurde, konnte das Chloridspectrum photographirt werden [97].

Aus diesem Grunde tritt es auf, wenn brennenden Kohlen, die stets Spuren von Cu enthalten, Chlor zugeführt wird, z. B. indem man Kochsalz oder andere Chlorverbindungen hineinstreut. So hat zuerst Gladstone [11] das Spectrum erhalten, dann Smyth [20]. — 1876 erschien in der Nature eine Anfrage, woher das Spectrum stamme, an der Beantwortung betheiligen sich Schuster [26], Müller [27], Hardman [28], Michie Smith [29], wobei viel Falsches zu Tage kommt. Theils wird das Spectrum dem Cl, theils CO zugeschrieben, dann wird behauptet, es werde auch von Kaliumbromid erzeugt. — Auch A. S. Herschel [33a], A. P. Smith [34], J. Herschel [37] und Leonard [44a] behandeln die Frage. Erst Salet [45] zeigt entschieden, dass es sich um das Kupferchloridspectrum handle, und ihm schliesst sich A. S. Herschel [46] an.

Inzwischen war das Spectrum von Lecoq [24] durch Funken nach Chloridlösung und Einführen des Chlorids in eine Flamme, der noch Chlor zugemischt wird, dargestellt, gemessen und in einer vortrefflichen Zeichnung festgelegt worden. Auch Gouy [32] spricht von ihm und Ciamician [33] giebt eine mangelhafte Zeichnung. — Nach werthlosen Angaben von Friedländer [69] beschäftigt sich Derichsweiler [89] mit den Spectren der drei Haloidverbindungen und stellt dabei den Hauptheil des Chloridspectrums fest. — Nachdem dann Hartley [97] eine schöne kleine Photographie veröffentlicht hat, nimmt Kien [101] die Untersuchung von neuem vor und bringt sie zu einem gewissen Abschluss.

Das Spectrum besteht aus einer grossen Anzahl nach Roth abschattirter Banden, die immer paarweise gelagert sind. Sie beginnen äusserst schwach etwa bei den D-Linien, werden stärker, erreichen etwa bei 510 $\mu\mu$ ein Maxi-

mum, werden wieder schwächer, um dann bei etwa 435 $\mu\mu$ das Hauptmaximum zu erreichen. In dieser Gegend liegen 4 besonders starke Kopfpaare, die Kien mit α, β, γ, δ bezeichnet hat.

Ich gebe von dem interessanten Spectrum auf Taf. I, Fig. 3 und 4, zwei Abbildungen nach Aufnahmen von Kien, deren erste, mit kleinem Gitter aufgenommen, das ganze Spectrum zeigt, während die zweite mit grossem Gitter, weitem Spalt gemacht ist, und nur diese 4 Doppelkanten enthält. Namentlich diese zweite Abbildung zeigt die Natur der Banden und erklärt die Schwierigkeit der Messung. Es scheint, dass jede Bande in Wahrheit eine Bandengruppe ist, wobei die Auflösung der Einzelbanden in Linien fehlt. Nur bei dem Paare β fällt die maximale Intensität mit der ersten Kante zusammen; bei den andern nicht, hier rückt das Intensitätsmaximum der Bandengruppe immer mehr nach der Mitte hin, die ersten Kanten verschwinden schliesslich (man sehe δ) und die genaue Messung der ersten Kante wird unmöglich. In der Gegend von 490 tritt noch einmal ein scharfes Kantenpaar auf. Man erkennt, wie aus diesem Grunde Intensität und Schärfe in dem Spectrum in eigenthümlicher Weise periodisch ab- und zunimmt, und wie bei kleiner Dispersion die Angaben über die Lage der Hauptkanten gefälscht werden können.

Die sämmtlichen Hauptkanten lassen sich in zwei Serien ordnen, welche ungefähr dem Deslandres'schen Gesetze folgen, wie Derichsweiler und Kien gezeigt haben.

Ich gebe im Folgenden die Messungen von Derichsweiler und Kien, und zwar von den Messungen des letzteren nur die der Hauptkanten, nicht — wo sie gemessen sind — die Einzelkanten. Die Messungen von Lecoq stimmen gut überein, wo die Kanten leidlich scharf sind, sonst hat Lecoq die Mitten oder Maxima der Banden gemessen, und dann hört die Vergleichbarkeit auf. Die Kanten sind mit den Nummern der Serie bezeichnet, zu welcher sie gehören, die erste Serie ist die stärkere.

	Kien (101)		Derichsweiler (89)
II	4031?	1	—
I	4063?	3	—
II	4114	1	4122
I	4150	1	—
II	4188 3	2	4188
I	4217 16	2	4216
α II	4259 12	4	4259
α I	4279 70	5	4280
β II	4333 254	6	4333
β I	4353 892	6	4353 9
γ II	4412 14	4	4412
γ I	4433	3	4434

	Kien (101)		Derichsweiler (89)
δ II	4493 63	4	4493
δ I	4515	3	4522?
II	4578 94		4580
I	4618?		4612?
II	4664		4663?
I	4691 2	1	4704?
II	4757 6	2	4757
I	4789		4787
II	4846 79	4	4847
I	4881 37	4	4883
II	4950 13	2	4946
I	4982	3	4983

	Kien (101)		Derichsweiler (89)
II	5050	2	5047
I	5091	2	5087
II	5150	1	
I	5202 6	1	
II	5257 91	3	
I	5324 31	1	
II	5371 45	4	
I	5434 81	2	
II	5480 3	1/2	
II	5590 4	1	
I	5679 1	1/2	

An den Banden α, β, γ, δ und einigen andern hat Geisler [106] anomale Dispersion gefunden.

4. Bromidverbindung.

Es liegt dafür eine Zeichnung von Mitscherlich vor, welche Watts in seinem Index of spectra in Wellenlängen berechnet hat. An eigentlichen Messungen existirt nur die von Derichsweiler [89]. Das Spectrum ist danach ähnlich dem des Chlorides gebaut, indem zwei Serien von Kanten vorhanden sind, die sich zu Paaren ordnen. Wahrscheinlich handelt es sich auch hier um Bandengruppen, deren erste Kanten bei der kleinen Dispersion allein hervortraten. Die Zahlen sind:

	Derichsweiler	Mitscherlich
	—	5215
I	5121	5124
I	5034	5033
I	4955	4949
I	4879	4872
II	4811	4823
	—	4619
I	4578	4593
	—	4537
I	4510?	4515
II	4462?	4462

	Derichsweiler	Mitscherlich
I	4440	4447
II	4400.0	4405
I	4379	4384
II	4341.3	4340
I	4320	4320
II	4283	
I	4263?	
I	4207	
I	4158	
I	4109	

5. Jodidverbindung.

Auch hier ist nur die Zeichnung von Mitscherlich und die Messung von Derichsweiler vorhanden. Die Zahlen sind:

	Derichsweiler	Mitscherlich
	—	5393
	—	5314
I	5210	5232
I	5141	5144
I	5072	5073
II	5019	5018
	—	4959
II	4883	
II	4826?	
II	4769	
II	4710	
I	4686	

	Derichsweiler
I	4631
I	4575
I	4523
I	4462?
I	4409
I	4358
I	4309
I	4261
I	4214
I	4169
I	4126

DAVYUM.

Literatur

S Kern, Sur le spectre du nouveau metal, le davyum C R **85** p 667 (1877), Nat **17** p 245—246 (1878), Chem News **36** p 155 (1877)

Dies angebliche neue Element ist von Kern spectroscopisch untersucht worden; er giebt Messungen und Zeichnung. Die Wellenlangen sind nach ihm

705	638	570	482	438	4000
668	627	498	4815	422	397
664	578	497	4810	407	
641	573	483	4455	405	

DEMONIUM.

Literatur

1) H A Rowland, The separation of the rare earths Johns Hopkins Univers Circ **13** p 73—74 (1894)

2) W. Crookes, The separation of the rare earths Chem News **70** p 81—82 (1894).

Rowland [1] fand bei seinen Versuchen, die seltenen Erden zu trennen, ein Element, welches er auf keine Weise von andern isoliren konnte, und nannte es Demonium, dessen Hauptlinie liege bei 4000 6 Dies ist eine Linie von Dy Crookes [2] kritisirt sehr scharf diese Arbeiten von Rowland.

DYSPROSIUM (Dy = 162 49)

Literatur

[1] Lecoq de Boisbaudran, Sur un spectre electrique particulier aux terres rares du groupe terbique C R **102** p 153—156 (1886)

[2] Lecoq de Boisbaudran, L'holmine (ou terre X de M Soret) contient au moins deux radicaux métalliques C R **102** p 1003—1004 (1886)

[3] Lecoq de Boisbaudran, Sur le dysprosium C R. **102** p 1005—1006 (1886)

[4] W Crookes, On some new elements in gadolinite and samarskite, detected spectroscopically Proc Roy Soc **40** p 502—509 (1886)

[5] G Urbain, Recherches sur la séparation des terres rares Ann chim et phys (7) **19** p 184—274 (1900)

[6] E Demarçay, Sur quelques nouveaux spectres de terres rares C R **131** p 387—389 (1900)

[7] G Urbain, Sur l'isolement et sur les divers caractères du dysprosium C R **142** p 785—788 (1906)

[8] G Urbain, Spectres de phosphorescence cathodique du terbium et du dysprosium dilués dans la chaux C R **143** p 229—231 (1906), auch Chem News **94** p 79—80 (1906) mit Anmerkung von Sir W Crookes

[9] G Eberhard, Spectroscopische Untersuchung der Terbiumpräparate von Dr G. Urbain Berl Ber 1906 I p 384—404, Zs f wiss Photogr **4** p 137—159 (1906), Astrophys J **24** p 309—332 (1906)

[10] G Urbain, Recherches sur les terres rares J de chim phys **4** p 31—66, 105 - 122, 232—260, 321—357 (1906)

[11] G Urbain, Sur le spectre d'étincelle ultra-violet du dysprosium et sur les propriétés magnétiques remarquables de cet élement C R **146** p 922—925 (1908)

[12] G Eberhard, Untersuchungen uber das Bogenspectrum des Dysprosiums Public Astrophys Observ Potsdam **20**, 3 (1909) Bogenspectrum

Lecoq de Boisbaudran [2, 3] gelang es 1886 aus dem Holmium durch Fractioniren eine neue Erde abzuscheiden, welche durch 4 Absorptionsbanden (vergl Bd III, p 445) characterisirt wurde, und welche er Dysprosium nannte. Crookes [4] meint durch Kathodophosphorescenz nachgewiesen zu haben, dass der Korper nicht einheitlich sei, dasselbe finden auch andere 1) durch Beobachtung der Absorptionsspectra

Emissionslinien hat zuerst Lecoq [1] gemessen, als von $Z\gamma$ herruhrend, nach Urbain [8, 10] sind es Dysprosiumlinien Sie sind im Funken nach Losung gefunden, sind sehr unscharf

5835 auf einer schwachen Bande mit drei Maximis,
5750, unscharf, breit, deutlich,
5700, sehr unscharf, breit, sehr deutlich,
5269, Mitte eines Bandes, dessen Rand
5259 am starksten sichtbar ist

1) Vergl dazu R Böhm, Die seltenen Erden Bd II, p 357 Leipzig bei Veit 1905

Dann hat Demarçay [6] einige Linien gemessen, die er vorlaufig einer Erde Δ zuschreibt Nach seinem Tode nimmt Urbain [7, 8, 10] die Untersuchung auf, es gelingt ihm, die Erde rein darzustellen, ihr Atomgewicht zu 162 49 zu bestimmen Er findet eine Anzahl Absorptionsstreifen im Ultraviolett Eberhardt [9] untersucht eine Reihe von Praparaten von Urbain und giebt eine vorlaufige Liste des Bogenspectrums, welcher dann eine definitive [12] folgt Endlich veroffentlicht Urbain [11] selbst das Funkenspectrum Ueber Kathodophosphorescenz siehe Bd IV, p 813

In der Tabelle bezeichnet Urbain die Intensitat der Linien entweder gar nicht oder als ziemlich stark, stark, sehr stark Ich setze fur diese Falle die Ziffern 2, 4, 6, 8 ein

Das Bogenspectrum ist nach Eberhard ausserst linienreich, er giebt in dem Stuck von 4527 bis 2755 etwa 1750 Linien In der folgenden Tabelle lasse ich alle von Eberhard mit der Intensitat 1 bezeichneten Linien fort, da sie fur die Charactersirung des Elementes keine Bedeutung haben, und die Tabelle dadurch sehr wesentlich gekurzt wird.

Eberhard (12) Bogen	
4527 95	3
19 98	2
18 67	3
17 12	3
05 82	2 u
03 41	3 u
4480 85	2
68 32	5
68 06	2
55 76	2
49 90	9
49 31	2
48 37	2
44 77	3
36 82	2
31 18	3
21 87	2
18 26	2
09 56	9
08 20	2
00 23	2
4395 11	8
85 83	2
84 45	3
83 31	2
80 39	2
75 47	4
74 94	5
74 40	7

Eberhard (12) Bogen	
4366 89	2
66 27	2
64 38	3
64 20	2
63 07	2
62 42	2
61 50	3
60 36	2
58 60	7
47 85	2
46 48	3 u
39 80	9
37 63	2
29 07	4
26 53	2
26 03	2
25 29	6
23 93	2
22 69	3
14 76	2
14 05	3
08 81	8
03 15	3
02 88	4
4295 18	8 u
92 12	3
79 90	2
76 86	4
73 32	2

Eberhard (12) Bogen		Demarçay (6) Funke		Urbain (11) Funke	
4271 04	2				
69 72	2				
65 96	2				
58 73	2				
56 50	8				
50 54	2 u				
48 64	2				
47 52	4				
46 07	5				
44 96	2				
43 56	2				
40 01	6				
38 60	2				
37 67	3				
32 18	5				
25 32	7				
22 40	4				
21 27	8			4221 3	2
18 73	2			—	
18 26	8			—	
15 31	5			—	
13 34	4			—	
—		4212 6	11	12 5	8
11 82	10	—		—	
11 38	2	—		—	
06 70	6	—		—	
05 85	2	—		—	
05 22	3	—		—	
02 40	3	—		—	

Eberhard (12) Bogen		Demarçay (6) Funke		Urbain (11) Funke	
4201 49	5	—		—	
4198 18	4	—		—	
95 41	2 u	—		—	
95 00	5	4895 5	6	4195 0	4
91 79	4	—		—	
91 12	2	—		—	
87 00	6	87 3	9	87 0	4
83 84	4 d	—		—	
82 57	2 u	—		—	
72 17	2 u	—		—	
69 40	2	—		—	
68 15	7	—		—	
46 22	4	—		—	
43 26	7	—		—	
41 67	6	—		—	
37 50	2	—		—	
34 29	2	—		—	
34 00	2	—		—	
33 51	3	—		—	
33 00	2	—		—	
31 19	2	—		—	
30 49	2 u	—		—	
29 58	7	—		—	
29 28	2	—		—	
28 40	4	—		—	
24 78	6	—		—	
19 45	5	—		—	
14 23	2 u	—		—	
13 17	2	—		—	
11 50	8	—		—	
06 80	2	—		—	
06 52	2	—		—	
05 19	5	—		—	
03 45	9	—		04 0	2
4096 24	3	—		—	
91 88	3	—		—	
91 68	3	—		—	
87 94	2	—		—	
87 34	4	—		—	
85 47	2	—		—	
78 11	10	—		4078 0	6
74 13	2	—		—	
73 28	10	—		—	
72 76	2	—		—	
60 73	3	—		—	
57 55	3	—		—	
55 30	6	—		—	
53 51	2	—		—	
50 73	9	—		—	
49 02	2 d	—		—	
48 49	3	—		—	

Eberhard (12) Bogen		Demarçay (6) Funke		Urbain (11) Funke	
4047 89	2	—		—	
46 12	10	—		4045 7	6
42 11	6	—		—	
38 98	2	—		—	
38 69	5	—		—	
36 49	7	—		—	
33 82	4	—		—	
32 63	5	—		—	
31 23	2	—		—	
28 51	6 u	—		—	
27 93	7	—		—	
25 77	2	—		—	
25 05	2	—		—	
24 58	5	—		—	
23 87	3	—		—	
21 02	4	—		—	
19 70	2	—		—	
19 54	2	—		—	
15 31	2	—		—	
14 85	5	—		—	
13 97	4	—		—	
11 44	6	—		—	
10 21	3	—		—	
07 90	3	—		—	
06 21	2	—		—	
06 00	2	—		—	
04 42	2	—		—	
02 35	2	—		—	
00 59	10	—		00 7	6
00 00	2	—		—	
3998 16	3	—		—	
96 84	8	—		3997 0	2
95 89	2	—		—	
93 73	1	—		—	
92.00	3	—		—	
91 48	7	—		—	
90 48	4	—		—	
89 87	2	—		—	
89 30	2	—		—	
89 04	2	—		—	
87 20	2	—		—	
84 83	3	—		—	
84 36	7	—		—	
83 80	8	—		—	
82 08	9	—		—	
81 51	2	—		—	
79 61	6	—		—	
78 70	10	3978 6	6	78 7	4
74 02	2	—		—	
73 15	2	—		—	
71 76	2	—		—	

Eberhard (12) Bogen	Demarçay (6) Funke	Urbain (11) Funke
3971 30 2	—	—
68 55 10	—	—
67 65 3	—	—
66 49 2	—	—
64 84 3	—	—
63 92 3	—	—
62 73 2	—	—
59 83 2	—	—
59 52 3	—	—
57 93 6	—	—
57 41 2	—	—
54 68 6	—	—
53 26 3	—	—
50 52 6	—	—
47 07 5	—	—
44 83 10	3945 0 10	3944 8 8
42 66 7	—	—
38.33 2	—	—
38 16 3	—	—
36 86 3	—	—
36 42 2	—	—
36 21 3	—	—
34 35 3	—	—
33 13 2	—	—
32 36 3	—	—
31 66 8	—	—
31 43 3	—	—
30 29 3	—	—
29 47 3	—	—
28 15 2	—	—
27 98 2	—	—
24 60 3	—	—
23 49 7	—	—
18 71 3	—	—
18 13 2	—	—
17 47 4	—	—
15 72 6	—	—
15 01 6	—	—
14 12 4	—	—
13 77 2	—	—
12 99 3	—	—
12 69 2	—	—
10 69 2	—	—
10 25 2 d	—	—
04 36 3	—	—
02 56 2	—	—
3898 69 9	—	—
95 54 3	—	—
93 07 2	—	—
92 08 4	—	—
89 15 3	—	—

Eberhard (12) Bogen	Demarçay (6) Funke	Urbain (11) Funke
3888 60 3	—	—
87 70 3	—	—
79 25 2	—	—
74 13 4	—	—
72 28 4 u	—	3872 3 6
66 74 2	—	—
53 18 3	—	—
49 53 2	—	—
46 51 2	—	—
41 46 3	—	—
36 67 4	—	—
16 92 4	—	16 8 2
13 83 3	—	—
09 17 2	—	—
06 40 3	—	—
04 29 3	—	—
02 06 2	—	—
3792 02 3	—	—
88 59 5	—	3788 6 2
86 32 6	—	86 3 2
85 54 2	—	—
84 08 2	—	—
83 73 2	—	—
83 01 2	—	—
81 61 2	—	—
81 35 3	—	—
79 20 2	—	—
77 07 2	—	—
74 99 1	—	—
73 44 3	—	—
73 19 2	—	—
71 24 2	—	—
67 76 2	—	—
65 05 2	—	—
64 46 2 u	—	—
59 11 2	—	—
57 51 6	—	57.3 6
57 21 2	—	—
53 90 4	—	53 4 8
53 64 4	—	—
51 92 3 u	—	—
50 47 3	—	—
47 96 3	—	47 7 2
45 94 2	—	—
45 22 2	—	—
42 02 2	—	—
41 34 3	—	—
40 21 2	—	—
39 49 3	—	—
38 44 2	—	—
34 54 2	—	—

Eberhard (12) Bogen	Demarçay (6) Funke	Urbain (11) Funke
3730 76 3	—	—
28 14 2	—	—
24 59 6	—	3724 6 2
22 82 2	—	—
18 30 2	—	—
17 09 2	—	—
15 48 2	—	—
14 00 3	—	—
11 83 4	—	—
10 90 2	—	—
10 23 2	—	—
08 35 3	—	—
07 74 3	—	—
07 57 3	—	—
01 78 4	—	—
00 71 2	—	—
3699 14 2	—	—
98 36 6	—	—
97 46 3	—	—
95 83 2	—	—
94 96 7	—	3695 0 6
94 56 2	—	—
85 96 4	—	—
78 67 2	—	—
76 74 5	—	—
76 18 2	—	—
74 59 2	—	—
74 21 5	—	—
73 29 3	—	—
72 84 4	—	—
72 45 6	—	—
69 07 2	—	—
66 98 2	—	—
65 38 2	—	—
64 81 5	—	—
61 92 3	—	—
55 78 2	—	—
55 03 2	—	—
54 32 2	—	—
48 93 4	—	48 9 2
46.74 3	—	—
45 99 5	—	—
45 54 10	—	45 4 8
44 07 4	—	—
40 96 2	—	—
40 42 6	—	—
40 03 2	—	—
37 44 4	—	—
36 37 3	—	—
35 40 5	—	—
33 18 2	—	—

Eberhard (12) Bogen	Demarçay (6) Funke	Urbain (11) Funke
3632 94 3	—	—
30 60 2	—	—
30 40 7	—	3630 5 6
29 58 6	—	—
24 42 4	—	—
20 30 3	—	20 3 2
20 14 2	—	—
19 60 2	—	—
18 66 2	—	—
18 25 2	—	—
17 97 2	—	—
17 80 2	—	—
17 36 2	—	—
16 24 2	—	—
14 85 2	—	—
14 24 3	—	—
13 22 2	—	—
12 93 3	—	13 1 2
06 27 4	—	06 3 4
02 97 3	—	—
00 54 4	—	—
3596 21 2	—	—
95 20 4	—	—
94 76 2 u	3595 0 6	3594 8 4
92 26 2	—	—
91 97 3	—	—
91 57 4	—	91 3 4
90 81 2	—	—
90 23 2	—	—
86 26 2	—	—
85 95 2	—	—
85 23 3	—	—
80 20 3	—	—
79 27 2	—	—
78 14 3	—	—
77 03 4	—	—
76 40 4	—	76 3 2
74 30 4	—	—
74 01 4	—	74 0 2
69 79 2	—	—
64 37 3	—	—
63 83 3	—	—
63 30 7	—	—
60 27 3	—	—
59 41 3	—	—
58 36 2	—	—
57 76 2	—	—
51 76 5	—	51 7 6
51 29 2	—	—
50 36 8	50 0 5	50 4 6
48 87 2	—	—

Eberhard (12) Bogen	Demarçay (6) Funke	Urbain (11) Funke
3548 33 3	—	—
48 09 2	—	—
47 69 2	—	—
46 97 5	—	3546 8 2
45 13 2	—	—
44 51 2	—	44 5 2
44 35 2	—	—
42 47 5	—	42 5 4
39 52 4	—	—
38 66 7	—	38 5 6
37 82 2	—	—
36 72 5	—	—
36 17 8	—	36 2 6
35 11 7	—	35 1 6
34 60 2	—	—
31 86 10	3531 3 11	31 9 8
29 20 1		29 3 3
27 24 1		27 3 2
25 91 2		—
24 78 2		—
24 14 7		24 2 6
23 02 2		—
22 43 2		—
21 35 2		—
17 42 5		17 3 2
12 85 2		12 8 2
12 70 2		—
11 86 3		—
06 97 5		06 8 2
06 01 2		—
05.60 5		—
04 67 6		04 5 2
03 34 2		—
02 26 2		—
02 03 2		—
01 58 4		01 5 2
00 68 2		—
3499 07 3		—
98 87 4		3498 8 2
97 98 4		98 0 2
96 48 4		96 5 2
94 65 6		94 6 2
94 27 2		—
89 16 2		—
87 72 2		—
87 35 3		—
86 06 3		—
84 82 2		—
80 96 3		—
80 57 2		—
78 63 2		—

Eberhard (12) Bogen	Urbain (11) Funke
3477 21 5	3477 0 6
73 84 3	—
71 71 2d	—
71 26 4	71 3 6
70 33 2	—
68 56 4	—
68 01 2	—
64 02 3	—
63 51 3	—
61 12 6	61 1 8
60 54 3	—
59 43 2	—
59 13 2	—
56 70 7	56 7 4
54 63 3	—
54 45 7	—
50 03 4	—
47 98 2	—
47 38 2	—
47 14 3	47 2 6
45 72 7	45 7 6
44 37 2	—
41 59 5	—
41 07 3	—
39 45 2	—
39 08 3	39 1 2
34 50 7	34 7 2
32 98 2	—
32 72 3	—
31 93 4	—
29 56 4	—
25 51 2	—
25 19 4	—
23 36 2	—
22 98 3	23 0 2
22 77 3	—
21 43 2	—
19 73 6d	20 0 2
18 23 2	—
17 26 2	—
14 96 5	—
13 92 7	—
10 84 2	—
08 28 3	—
07 94 7	—
07 30 3	—
05 79 2	—
05 13 2 u	—
3396 30 7	3396 3 6
94 10 2	—
93 71 7	93 9 8

Eberhard (12) Bogen		Urbain (11) Funke	
3392 11	2	—	
88 99	5	—	
86 71	3	—	
85 16	9	3385 9	8
84 22	2U	—	
79 02	2	—	
78 55	2	—	
78 34	2	—	
77 23	2	—	
76 74	2	—	
76 49	7	—	
76 13	2	—	
75 87	2	—	
74 43	2	—	
72 88	2	—	
71 95	2	—	
71 82	2	—	
70 97	2	—	
68 23	6	—	
65 93	2	—	
59 61	3	—	
58 72	4	—	
58 39	3u	—	
56 33	2	—	
53 72	4	—	
52 82	3	—	
47 96	3	—	
42 00	3	—	
41 54	2	—	
41 13	4	41 1	6
40 73	2	—	
39 64	3	—	
34 27	3	—	
27 21	2	—	
26 32	3	—	
20 01	6	20 2	6
19 55	2	—	
17 24	4	—	
16 44	5	—	
12 85	5	—	
08 98	6u	09 0	8
06 31	2	—	
05 66	2	—	
05 54	2	—	
3297 73	2	—	
96 43	3	—	
93 94	2	—	
88 77	2	—	
88 07	3	—	
86 72	2	—	
82 90	3	—	

Eberhard (12) Bogen		Urbain (11) Funke	
3280 23	4	—	
79 82	2	—	
79 61	2	—	
76 06	2	—	
72 88	3	—	
72 21	2	—	
69 25	5	—	
66 33	3	3266 4	8
66 15	3	—	
65 67	2	—	
61 34	2	—	
60 83	3	—	
60 13	3	—	
56 39	3	—	
52 34	2	—	
52 03	2	—	
51 41	5	51 5	8
48 48	3	—	
45 25	5	45 3	4
40 97	2	—	
40 15	2	—	
37 22	2	—	
36 79	4	36.7	4
35 98	5	35 8	6
32 77	3	—	
30 08	3	—	
29 48	2	—	
29 10	2	—	
26 49	2	—	
26 07	3	—	
25 22	2d	—	
23 42	4	23 3	4
21 76	2	—	
21 61	3	21 5	4
20 57	2	—	
17 49	2	—	
16 74	6	16 7	8
15 31	4	15 3	6
14 74	2	—	
12 79	2	—	
12 19	2u	—	
09 39	2	—	
08 94	3	—	
07 25	3	—	
06 74	2	—	
06 53	3	06 5	4
05 57	2	—	
3193 41	4	—	
87 81	3	—	
86 50	4	—	
84 91	2	—	

Eberhard (12) Bogen		Urbain (11) Funke	
3182 04	2	—	
78 50	4	—	
78 03	5	—	
74 98	2	—	
71 09	2	—	
70 87	2	—	
70 12	6	3170 4	2
68 26	2	—	
67 98	3	—	
67 61	2	—	
62 96	5	63 0	6
60 61	3	—	
56 65	6	—	
53 42	2	—	
52 48	2	52 4	2
52 01	3	—	
50 29	2	—	
47 64	2	—	
46 28	4	46 1	2
45 34	3	—	
43 95	3	—	
43 29	2	—	
42 41	3	—	
41 26	5	—	
40 76	6	40 7	4
36 80	2	—	
35 50	6	35 3	8
32 24	2	—	
30 26	2	—	
28 53	5	28 6	4
26 29	4	—	
20 29	3	—	
17 62	2	—	
10 86	2	—	
09 90	5	09 8	2
05 13	3	—	
04 23	2	—	
03 97	4	—	
03 37	4	—	
02 05	4	—	
3095 89	3	—	
93 96	3	—	
93 23	4	—	
89 72	2	—	
82 63	3	—	
81 04	3	—	
79 46	4	—	
78 81	5	—	
78 46	2	—	
77 02	3	—	
73 67	4	—	

Eberhard (12) Bogen		Urbain (11) Funke	
3072 04	5	—	
70 57	2	—	
69 84	2	—	
67 10	4	—	
62 74	4	3062 7	0
62 30	3	—	
61 62	2	—	
61 49	2	—	
60 78	4R	60 6	4
60 15	2	—	
59 60	2	—	
57 08	2	—	
52 44	3	52 3	4
51 58	3	—	
49 24	3	—	
47 69	4	—	
43 59	2d	—	
43 25	4	—	
41 76	2	—	
38 42	6	38 4	6
36 82	3	—	
33 31	2	—	
31 28	2	—	
30 49	2	—	

Eberhard (12) Bogen		Urbain (11) Funke	
3029 94	3	3029 7	2
26 28	5	—	
25 73	3	—	
17 07	3	—	
15 80	4	—	
15 18	3	—	
03 87	3	—	
02 49	2	—	
2991 72	2	—	
91 49	2	—	
89 90	2	—	
86 04	3d	—	
77 54	3	—	
—		2969 2	6
64 71	2	—	
62 48	2	—	
—		55 4	4
53 85	2	—	
52 24	2	—	
50 45	3	50 4	6
48 44	3	48 5	6
47 35	2	—	
47 19	2	—	
46 90	2	—	

Eberhard (12) Bogen		Urbain (11) Funke	
2944 69	2	—	
41 17	2	—	
34 64	3	—	
34 44	2	—	
27 17	2	—	
14 08	3	—	
09 50	2	—	
06 52	3	—	
04 79	2	2904 1	4
00 95	2	—	
2891 12	2	—	
90 88	2	—	
90 58	2	—	
85 63	2	—	
84 41	2	—	
78 01	2	—	
71 91	1	2872 0	6
16 52	3		
11 53	2		
10 97	2		
01 52	2		
00 63	2		
00 44	2		
2755 84	2		

Die meisten Dy-Linien finden sich auch in dem Bogenspectrum des Ho von Exner und Haschek.

EMANATION oder EXRADIO

Literatur

[1] W Ramsay and Fr Soddy, Further experiments on the production of Helium from Radium Proc Roy Soc **73** p 346—348 (1904)

[2] W Ramsay and J N Collie, The spectrum of the radium emanation Proc Roy Soc **73** p 470—476 (1904)

[3] W Ramsay, Emanation du radium (Exiadio), ses propriétés et ses changements C. R **138** p 1388—1394 (1904)

[4] W Ramsay, The Exradio spectrum Nat **70** p 222 (1904)

[5] Th Indrikson, Ueber das Spectrum der Emanation Phys Zs **5** p 214—215 (1904)

[6] E Rutherford and T Royds, Spectrum of the radium emanation Phil Mag (6) **16** p 313—317 (1908).

[7] T Royds, The grating spectrum of radium emanation Phil Mag (6) **17** p 202 bis 204 (1909)

[8] A Th Cameron and Sir W Ramsay, The spectrum of radium emanation Proc Roy Soc A **81** p 210—213 (1908)

[9] T Royds, A comparison of the radium emanation spectra obtained by different observers Proc Roy Soc A **82** p 22—25 (1909)

[10] A Debierne, Sur l'émanation du radium C R **148** p 1264—1267 (1909)

Aus dem Radium entwickelt sich bekanntlich ein eigenthumliches Gas, welches radioactiv ist, leuchtet, sich condensiren lasst, usw Von seinem Spectrum beobachten zuerst Ramsay und Soddy [1] einige Linien, dann messen Ramsay und Collie [2, 3, 4] mit einem Taschenspectroscop den sichtbaren Theil mit einer Genauigkeit von etwa 5 A Das Gas wird meist Emanation genannt, der von Ramsay vorgeschlagene Name Exradio scheint nicht allgemein acceptirt worden zu sein

Indrikson [5] giebt nur an, das Spectrum sei linienreich Optische und photographische Messungen an sorgfaltig gereinigtem Gase fuhren Rutherford und Royds [6] mit einem Prismenspectrograph, dann Royds [7] mit einem Concavgitter aus Diese letzten Messungen stimmen sehr gut uberein. Einschaltung einer Leidenei Flasche andert das Spectrum nicht

Ziemlich gleichzeitig veroffentlichen Cameron und Ramsay [8] eine lange Liste von Linien, die sie in Geisslerröhren mit Emanation photographisch gefunden haben Sie geben an, das Spectrum sei sehr veranderlich von Fall zu Fall, Wasserstoff, Quecksilber waren als Verunreinigung sichtbar, in wenigen Minuten verschwand stets das Spectrum, wurde durch das des Wasserstoffs ersetzt Nur die Linie 4058 5 wurde mit der Zeit heller, und die Autoren meinen, sie ruhre von einem der Producte her, die sich aus Emanation bilden Aus mehreren Aufnahmen wird schliesslich eine Liste der Linien zusammengestellt.

Diese Tabelle wird dann von Royds [9] critisirt, er zeigt, dass nur wenige der Linien mit den Linien von Rutherford und Royds uber-einstimmen, nur die starksten Emanationslinien sind vorhanden Die grosse Mehrzahl stimmt recht gut mit Linien von Xenon nach den Messungen von Baly, auch in Bezug auf die relativen Intensitaten

Wenn auch nicht einzusehen ist, woher diese Menge Xenon stammt, so zweifle ich doch nicht, dass Royds mit seiner Critik recht hat.

Debierne [10] sagt, seine Beobachtungen uber das Spectrum bestatigen vollig die Angaben von Rutherford und Royds

Ich gebe in der folgenden Tabelle nur die letzte Liste von Cameron und Ramsay, mit einer Bemerkung, falls die Linie wahrscheinlich zu Xenon gehort, und die Messungen von Rutherford und Royds, die theils mit dem Auge, theils photographisch gemacht sind, endlich die Messungen von Royds mit Gitter, die zweifellos die genauesten Werthe darstellen

Cameron u Ramsay (8)			Rutherford u Royds (6) mit Auge		photogr		Royds (7)	
7050	2							
6150	2							
6101	2	X						
—			6079	0				
6055	2	X	—					
5980 5	2	X?	5976	1				
—			5945	1				
—			5829	1				
—			5765	1				
—			5718	3	5715 0	1		
5679 5	2		—		—			
5586	2		5582	5	5582 2	8		
5446	1	X	—		—			
5419	4	X	—		—			
—			5395	0	5392 4	0		
5370	2	X	5372	0	—			
5335	3	X	—		—			
5289	6	X	—		—			
—			5257	1	—			
—			5120	2	—			
5083	2	X?	5087	10	5084 5	4	5084 45	1
—			5060	2	—		—	
4979	2	X?	4985	10	4979 0	4	4979 02	3
—			4964	1	4965 6	0	—	
—			4955	1	4949 4	00	—	
4936	2	?H?	—		—		—	
4920	3	X	4917	1	4914 6	00	—	
—			4895	1	4889 5	0	—	
4883	2	X	—		—		—	
4873	2	X	—		—		—	
4843 5	10	X	—		—		—	
—			4831	0	4827 8	1	4828 46	1
4816	2	X?	4820	2	4817 2	4	4817 33	5

Cameron u Ramsay (8)			Rutherford u Royds (6) mit Auge		Rutherford u Royds (6) photogr		Royds (7)	
4806 5	1	X	—		—		—	
—			4798	0	4796 7	1	4796 73	1
4768	2	X?	4772	1	4767 9	3	4768 16	5
4731 5	2	X	—		—		—	
4722	4		4726	1	4721 5	5	4721 70	2
4695 5	2	X	4705	0	4701 7	2	4701 88	3
4681	5		4685	5	4681 1	10	4680 92	10
4672	7	X	—		4671 8	1	4671 58	1
4652 5	3	X	—		4659 3	1	—	
4645 5	6		4650	5	4644 7	10	4644 29	15
—		X	—		—		4631 89	2
—			—		—		4628 08	1
4626 5	10	X?	4631	6	4625 9	8	4625 58	15
4616	2	X	—		—		—	
4610	2		4614	1	4609 9	4	4609 40	10
4605	10	X?	4608	3	4604 7	4	4604 46	6
4592	1?	X	—		—		—	
4585	4	X	—		—		—	
4578 5	3	X?	4581	1	4578 7	7	4577 77	8
—			—		—		4572 66	0
—			—		—		4568 24	2
—			4550	0	4549 9	1	—	
4545 5	2	X	—		—		—	
4541	1	X	—		—		—	
4532 5	2	X	—		—		—	
4524	4?	X	—		—		—	
4509	4		4511	1	4509 0	9	4508 68	7
4505	2?		—		4504 0	2	4503 89	2
4501	3	X	—		—		—	
4481	4	X	—		—		—	
4463 5	8	X?	4460	0	4460 0	10	—	
4449	4	X	—		—		—	
4441 5	1	X?	4439	0	4440 6	2	4439 88	1
4436 5	1	X?	—		4435 7	8	4435 25	3
4416 5	4	X	—		—		—	
4391	3	X	—		—		—	
—			—		4384 0	3	—	
—			—		4372 1	4	4371 70	1
4349	6		4351	3	4350 3	15	4349 81	15
4331	4	X	—		—		—	
4307	2		4310	1	4308 3	10	—	
4246	4	X	—		—		—	
4239	3	X	—		—		—	
—			—		4225 8	2	—	
4204	5		4202	1	4203 7	10	4203 39	10
4189	3		—		4188 2	5	—	
4167	6		4169	1	4166 6	20	4166 59	20

Cameron u Ramsay (8)			Rutherford u Royds (6) photogr		Royds (7)	
4114	3		4114 9	7	4114 71	6
—			4088 4	2	—	
—			4055 7	1	—	
—			4051 1	2	—	
—			4045 4	4	—	
—			4040 2	1	—	
4018 5	4		4018 0	10	4917 90	6
3982	8		3982 0	12	3981 83	15
3973	6		3971 9	9	3971 71	8
3958 5	3		3957 5	7	3957 30	8
—			3952 7	3	—	
—			3933 3	3	—	
—			3927 7	1	—	
—			3905 7	2	—	
3879 5	10	X			—	
3866 5	6		3867 6	4	—	
3856 5	4		—		—	
			3818 0	2	—	
			3811 2	0	—	
			3753 6	10	—	
			3748 6	1	—	
			4739 9	7	—	
			3690 4	2	—	
			3679 2	1	—	
			3664 6	10	3664 96	5
			3650 0	0	—	
			3626 6	2	—	
			3615 4	1	—	
			3612 2	6	4612 76	3
					3122 02	0
					3100 31	1
					3089 15	0
					3005 84	0

In den älteren Veröffentlichungen haben Ramsay und Soddy [1] und Ramsay und Collie [2] noch einige Linien angegeben, deren Zugehörigkeit zur Emanation danach auch zweifelhaft scheint 6350, 6307, 5105

ERBIUM (Er = 167 4)

Literatur

[1] R Thalen, Om Spectralanalys Upsala Univers årsskr 1866

[2] R Thalén, Memoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies métalliques Nova Acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868)

[3] R. Thalen, Om spectra, tillhorande yttrium, erbium, didym och lanthan Kgl Svenska Vet Akad Handl **12** Nr 4 (1874)

[4] R Bunsen, Spectralanalytische Untersuchungen Pogg Ann **155** p 230—252, 366—384 (1875)

[5] R Thalén, Sur les spectres de l'ytterbium et de l'erbium C R **91** p 326 bis 328 (1880)

[6] R Thalen, Spectralundersökningar rorande skandium, ytterbium, erbium och thulium Ofvers K Vet Akad Forh **6** p 13—21 (1881)

[7] O Lohse, Untersuchung des violetten Theils einiger linienreicher Metallspectra Berl Ber 1897 p 179—199

[8] W J Humphreys Changes in wave-lengths Astrophys J **6** p 169 bis 232 (1897)

[9] Fr Exner u E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **108**, IIa p 1123—1159 (1899)

[10] Fr Exner u E Haschek, Tabellen der Funkenspectra Wien 1902

[11] Fr Exner u E Haschek, Tabellen der Bogenspectra Wien 1904

[12] A Hagenbach u H Konen, Atlas der Emissionsspectra Jena 1905

[13] Sir W Crookes, On the ultra-violet spectrum of Ytterbium Proc Roy Soc **78** A p 154—156 (1907)

[14] H Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldampfen Dissert Bonn 1909, Zs f wiss Photogr **7** p 89—112 (1909)

Das Linienspectrum des Erbium hat zuerst Thalén [1, 2, 3, 5, 6] wiederholt zu messen gesucht mit allmahlich reiner werdendem Material Die letzte Messung [6], welche ich in der Tabelle allein berucksichtige, ist mit einem Praparat von Nilson gewonnen Die Angaben von Bunsen [4] und Lohse [7] sind wegen ungenauer Messung oder Unreinheit des Materials ohne Bedeutung. Dann haben Exner und Haschek [9, 10, 11] das Funken- und Bogenspectrum des kurzwelligen Theiles mit Oxyd von Cleve gemessen, welches aber auch noch sehr unrein war, aus ihren Tabellen lasse ich eine Reihe von Linien fort, die nach den Untersuchungen von Eberhard sicher nicht zu Er gehoren Hagenbach und Konen [12] veroffentlichen Photographieen des Funken- und Bogenspectrums mit sehr unreinem Material von Bettendorff Crookes [13] nennt als besonders characteristische Linien 3906, 3692, 3499 Humphreys [8] misst die Druckverschiebung fur eine Linie 3988, welche aber zweifellos zu Neo-Ytterbium gehort, nicht zu Er. —

Auch die Messungen von **Thalén** sind wohl als recht zweifelhaft zu bezeichnen, es sind aber die einzigen für den langwelligen Theil vorhandenen. — Aus den Tabellen von **Exner** und **Haschek** lasse ich alle Linien fort, die in beiden Spectren die Intensitat 1 haben

Thalén (6) Funke	Exner und Haschek (11) Bogen	Exner und Haschek (10) Funke
6076 0 4		
44 0 5		
14 5 5		
5881 0 4		
71 0 4		
54 0 5		
50 0 6		
26 0 2		
5762 0 3		
56 0 4		
38 0 5		
32 0 5		
5626 0 6		
5485 0 4		
56 0 5		
5343 5 3		
5256 0 2		
17 0 3		
5188 0 3		
64 0 4		
33 0 5		
5070 0 5		
41 5 5		
4951 0 2		
4899 0 2		
71 5 3		
30 0 4		
19 0 3		
4794 5 4		
62 0 5		
58 0 5		
50 0 6		
—		4697 87 2
4678 0 5	4679 21 3	79 26 2
74 0 2	75 77 10	75 78 6
—	73 35 2	—
—	65 61 2	65 61 3
—	40 80 2	40 79 2
—	31 08 3	31 09 3
—	—	16 10 2
—	11 43 2	11 48 2
05 5 2	06 78 10	06 80 2
—	4569 00 1	4569 00 2
—	66 57 1	66 59 2
4565 5 6	65 00 1	65 00 2

Thalén (6) Funke	Exner und Haschek (11) Bogen	Exner und Haschek (10) Funke	
4562 5 5	4563 45 4	4563 43 4	
52 5 5	52 31 3	52 31 4	
—	—	30 55 2	
—	27 10 1	27 11 2	
—	22 95 1	22 81 2d	
—	—	20 85 2	
—	19 61 2	19 63 2	
—	03 44 2?	03 38 2	
00 5 3	00 93 8	00 93 6	
—	4495 56 2?	4496 56 1	
4474 5 6	73 69 3	73 70 4	
—	64 81 1	64 80 2	
58 5 5	59 41 3	59 44 2	
—	48 74 2	48 77 2	
—	26 92 4	26 94 1	
—	24 70 3	24 85 1	
—	22 67 2	22 68 4	
—	20 72 1	20 75 2	
4419 0 4	19 78 10	19 81 8	
—	18 85 2	—	
09 0 5	09 52 8?	09 50 2	
	03 35 2	03 34 3	
	4388 51 1	4388 55 3	
	84 83 8	84 90 3	
	82 32 2	82 39 1	
	78 48 2	78 51 2	
	—	69 7 2	
	69 55 2	69 55 2	
	51 82 1	51 80 2	
	48 49 2?	48 51 1	
	41 11 2	41 10 1	
	39 17 2	39 17 2	
	20 10 3	20 15 2	
	15 92 1	15 95 2	
	03 99 3	03 98 2	
	01 78 8	01 79 4	
	4299 09 3	4299 12 1	
	—	90 41 3	
	86 72 5	86 76 2	
	81 05 1	81 09 2	
	76 83 1	76 95 3	Tb?
	76 61 3	76 68 3	
	52 11 5	52 12 5	
	—	42 30 3	
	34 92 3	34 91 2	

Exner u Haschek (11) Bogen		(10) Funke			
4230 35	8	4230 35	3		[1])
23 88	2	23 86	2		
21 17	3	21 17	1		
18 59	3	18 57	3		
—		03 89	2		
4194 99	3	—			
90 86	5	4190 86	2		
90 14	5	90 14	4		
87 73	5	87 76	2	Tm?	
86 92	3	86 90	1	Ho?	
81 05	3	—			
78 75	1	78 72	2	?	
64 96	2	64 98	1		
63 18	3	63 16	1	?	
51 29	15	51 27	4		[1])
43 11	10	43 10	5		
31 69	4	31 70	1		
27 26	2	—		?	
23 39	2	—		La?	
23 23	2	—			
18 70	3	—			
16 52	3	16 49	1		
12 80	3	12 80	3		
08 72	2	08 77	1		
06 76	2	06 80	2		
—		06 02	2	Tm?	
04 11	2	04 15	1		
03 97	3	04 0	1	Ho?	
03 47	2	—		Ho?	
00 77	8	00 72	4		[1])
4098 28	5	4098 26	2		
97 03	1	97 0	2u	?	
94 81	3	94 83	2		
—		94 35	2	Tm?	
93 05	2	—			
87 80	10	87 79	3		[1])
81 43	8	81 43	3		
76 15	2	—			
74 16	2	74 17	2	?	
63 10	2	63 13	1		
59 98	10	59 96	4		
59 64	2	59 70	1		
55 62	8	55 61	5		[1])
54 05	3	54 05	1	Ho?	
49 61	3	49 65	2		
47 09	4	47 11	1		
45 58	3	45 59	2	Ho?	
43 15	4	43 20	2	La?	
40 95	2	—		?	

Exner u Haschek (11) Bogen		(10) Funke		
4037 82	2	4037 85	1	
36 24	2	—		
22 16	3	22 17	4	
21 71	3	21 72	1	
20 72	10	20 66	3	[1])
15 77	6	15 73	3	
12 76	8	12 76	2	
09 92	2	—		
09 34	5	09 30	3	
08 31	8	08 31	3	
—		08 10	4	
04 21	2	04 21	1	
3999 32	3	3999 31	2	
95 44	2	—		
95 02	2	—		
91 34	2	—		
87 79	4	87 77	1	
83 30	2	83 27	2	
82 51	4r	82 46	2	[1])
80 76	2	80 75	1	
80 30	2	80 27	3	
79 27	2	79 25	2	
77 20	3	77 15	1	?
76 87	2	76 85	1	?
74 89	15	74 83	5	[1])
73 78	10	73 81	2	
73 26	10	73 18	2	
69 60	4	69 55	2	[1])
66 51	3	66 49	1	
64 67	3	64 64	2	
63 53	2	63 49	2	
61 35	2	61 38	1?	
60 05	2	60 03	1	
—		58 24	2	
57 58	1	57 56	2	
56 56	3	56 52	1	
51 65	2	51 63	1	
48 21	3	48 20	1	
—		44 56	2	
43 33	2	43 33	2	
39 01	2	39 1	2	
38 79	10	38 80	4	[1])
37 20	8	37 18	3	[1])
32 48	10	32 46	4	[1])
22 05	4	22 05	2	
18 67	2	18 73	1	
18 48	2	18 52	1	
18 18	2	18 22	1	
12 57	2	12 63	2	

1) An diesen Linien hat Geisler [14] anomale Dispersion beobachtet

Exner u Haschek				
(11) Bogen		(10) Funke		
3912 06	2	3912 10	1	
11 70	2	11 73	2	
08 60	2	08 64	2	
06 47	20	06 51	10	
05 59	3 r	05 60	2	?
04 70	3 r	04 74	3	
04 01	1	04 06	3	
02 95	10	02 97	5	
00 95	2	—		
3899 16	2	3899 20	1	
—		96 53	3	
96 40	15	96 42	6	
95 94	2	96 00	2	
92 87	5	92 87	2	
91 20	3	91 2	2 u	Ho ?
90 77	4	90 82	4	
89 92	3	90 00	2	
88 21	4	88 29	2	
—		87 34	2	
83 04	2	—		
80 80	3	80 85	3	
—		72 30	2	
64 93	2	64 96	2	
60 10	2	—		
—		58 55	3	
44 40	2	—		
—		41 90	2	
—		37 81	2	
—		36 64	2	
33 19	2	—		
30 69	10	30 69	6	
28 20	2	28 31	2	
—		25 40	3	
20 57	4	—		
—		18 85	2	
10 89	5	—		?
10 50	4	10 47	2	
—		07 23	2	
03 25	2	—		?
3798 75	2	—		
97 25	5	3797 24	3	
—		95 91	4	
94 53	2	—		?
93 10	2	—		
92 98	2	—		
92 00	4	92 00	3	? 1)
88 04	6	88 03	3	
86 99	5	87 00	4	
—		84 04	2	

Exner u Haschek				
(11) Bogen		(10) Funke		
3781 19	4	3781 20	3	
—		79 97	2	
78 80	2	—		
78 44	2	78 46	2	
77 76	2	77 76	2	
75 80	3	75 80	4	
72 60	2	72 63	2	
71 26	3	71 26	2	?
68 91	2	68 94	2	
67 91	2	67 90	2	
66 31	3	66 32	3	
—		62 05	3	Tm ?
—		61 49	5	Tm?
56 51	2	56 53	2	
56 19	3	56 17	1	
50 71	3	50 65	3	
—		48 22	2	
47 56	3	47 56	2	
45 22	2	45 24	2	
45 11	2	45 15	2	
42 80	6	42 80	4	
41 23	4	41 25	3	
40 41	3	40 43	3	
38 34	8	38 30	4	
—		34 72	2	
34 65	5	34 60	2	
—		34 27	2	Tm ?
32 89	1	32 94	2	
31 91	2	31 95	2	
31 41	5	31 45	1	
29 69	10	29 69	5	
25 06	3	25 05	1	
23 78	2	23 78	2	
21 65	2	21 62	2	
19 46	4	19 44	2	
17 37	2	17 37	2	?
16 10	2	16 15	1	
12 52	4	12 55	3	
11 95	2	11 97	2	Dy? Tb?
07 78	4	07 70	5	
06 67	2	06 75	1	
01 71	3	01 70	2	Dy?
00 89	4	00 87	3	
3697 82	3	3697 82	1	
97 07	3	97 06	3	?
96 40	4	96 40	3	
95 24	2	95 26	2	
92 85	20	92 80	10	
89 25	3	89 25	2	

1) An diesen Linien hat Geisler [14] anomale Dispersion beobachtet

Exner u Haschek (11) Bogen		(10) Funke		
3684 44	4	3684 44	3	
84 16	3	84 18	1	
82 84	4	82 86	3	
76 65	3	76 65	2	
75 32	2	75 33	1	
73 28	1	73 27	2	?
69 18	3	69 17	3	
64 58	3	64 59	1	
63 01	2	—		
62 17	2	62 17	2	
60 92	2	60 95	2	
59 71	2	59 70	1	
56 51	1	56 54	2	
53 02	4	53 05	3	
52 71	3	52 74	3	
50 53	5	50 58	4	?
46 93	2	46 96	1	
46 09	5	46 10	7	
43 77	2	—		
42 05	2	42 07	1	
41 41	3	41 42	4	
39 13	1	39 20	3	
38 82	4	38 83	1	
37 30	3	37 30	3	
34 81	2	34 81	1	
33 70	6	33 69	5	
32 93	2	32 92	2	?
32 22	5	32 20	4	
30 46	2	30 40	2	
30 23	2	30 18	3	
30 01	1	30 00	2	
29 54	2	29 55	1	?
28 21	3	28 15	2	
27 02	1	26 99	2	
26 56	1	26 51	2	
25 45	2	25 40	2	
24 75	2	24 74	1	
—		21 07	2	
20 35	2	20 30	1	?
19 08	5	19 02	3	
17 98	5	17 92	5	
16 75	10	16 70	7	
16 21	2	16 17	1	?
14 80	2	14 75	2	?
08 33	2	08 29	1	
06 20	2	06 15	1	
05 05	3	05 01	4	
04 86	2	04 83	3	
00 93	2r	—		Y?
3599 99	6	3599 93	7	
99 62	4	99 60	5	

Exner u Haschek (11) Bogen		(10) Funke		
3593 30	2	3593 27	1	?
92 18	2	92 15	2	
90 91	3	90 87	1	
89 09	2	89 01	1	
88 89	2	88 85	2	
88 49	2	88 43	1	
87 92	3	87 90	2	
86 80	2	86 78	2	
—		85 91	2	
—		85 31	2	
80 65	5r	80 69	3	
79 56	2	—		?
78 43	2	—		?
73 25	2	73 26	1	?
71 87	2	71 85	1	?
70 91	2	70 90	1	
65 33	2	—		
60 05	4r	60 05	3	
58 86	2	58 86	1	
—		58 16	2	
57 99	1	57 95	2	
57 00	2	56 98	1	
54 47	2	54 45	2	
53 36	3	53 33	2	
51 95	2	51 95	2	
50 00	4	50 01	3	
49 66	2	49 71	1	
48 36	3	48 40	2	
47 67	3	47 70	2	?
45 97	2	—		
43 15	3	43 16	3	
39 69	3d	39 63	3	
39 42	2	—		
—		34 85	2	
31 43	2	31 41	2	
26 92	2	26 95	2	
26 53	2	26 67	2	
25 08	3r	25 06	3	?
20 20	3	20 19	2	
18 31	3	18 32	3	?
15 06	3	15 06	3	
08 53	4	08 53	4	
07 80	2	07 80	1	
05 22	3	05 24	2	?
02 95	3	02 95	1	?
3499 28	15	3499 29	10	
96 99	3	97 02	2	?
92 65	2	92 70	1	?
90 39	2	90 36	1	
90 21	2	90 24	1	
86 96	3r	86 99	2	

Exner u Haschek (11) Bogen		(10) Funke		
3486 02	4r	3486 03	3r	?
85 31	2	85 34	2	
84 99	2d	85 05	1	?
84 71	2	84 71	2	
80 60	3	80 61	3	?
79 57	3r	79 56	3	?
78 06	2	78 10	1	?
74 42	2d	74 3	1u	?
71 87	4	71 90	4	
69 90	3	69 90	3	
64 64	4	64 67	2	
61 54	2	61 55	2	
57 39	1	57 40	2	
56 14	6	56 15	2d	?
53 18	3	53 25	1	?
48 18	2	48 21	2	?
47 66	2	47 68	1	
47 00	2	47 00	1	
43 87	2	43 87	2	
42 79	3	42 76	1	
41 25	3	41 29	3	
38 45	2	38 45	1	
—		37 75	2	
34 76	2	—		
33 27	3	33 27	2	
—		30 04	2	
28 54	3r	28 52	3	
20 34	2	20 34	2	
17 75	3	17 77	2	
17 42	2	17 41	2	
16 61	2d	16 65	1	?
16 25	2	16 26	1	
10 01	2	10 01	2	
08 83	2	08 83	2	
07 12	2	07 10	1	
02 00	3	01 99	4	
01 36	2	01 36	1	
3399 08	3d	3399 1	1	?
98 41	2	98 44	1	
97 50	3	—		
—		97 01	2	
96 22	3	96 24	3	Dy?
95 00	2	95 03	2	
94 54	2	94 53	1	
94 24	2	94 27	1	
93 70	2	93 70	1	?
92 13	4	92 16	5	?
89 88	3	89 90	1	
89 73	2	89 74	1	
85 23	10	85 26	7	?
82 21	2	82 24	1	

Exner u Haschek				
(11) Bogen		(10) Funke		
3381 50	3	3381 49	1	
81 24	2	81 25	1	
79 16	2	79 15	1	
77 15	2	77 14	1	
76 25	2	76 24	1	
74 32	5	74 34	3	
72 92	20	72 91	10	
70 72	3	70 75	3	
68 21	8	68 22	4	Dy?
66 85	2	66 86	1	
64 22	4	64 26	3	
61 81	2	61 85	1	?
61 17	2	61 22	2	
56 35	2	56 39	1	
51 46	2	51 50	1	
50 42	3	50 44	2	
50 21	3	50 23	3	
48 87	2	48 92	1	
48 26	3	48 20	1	
48 00	2	48 01	1	
47 84	2	47 73	2 d	
46 48	2	46 50	1	?
46 12	4	46 19	3	
44 50	2	44 52	1	
43 80	2	43 86	1	
43 02	2	—		
42 28	2	42 29	1	
41 73	2	41 74	1	
40 64	2	40 66	2	
40 16	3	40 19	2	
38 13	2	38 1	1	?
37 90	3	37 94	2	
37 39	3	37 40	2	
36 91	2	36 93	1	?
33 01	2	—		
32 86	4	32 88	4	
31 95	2	—		
31 70	2d	—		
29 82	3	29 80	3	
23 37	5	23 46	4	
18 91	2	18 91	1	
18 35	2	18 40	1	
17 58	2	17 61	3	
16 51	3	16 55	5	
15 08	2	15 04	1	?
14 56	2	14 59	2	
13 83	2	13 85	2	
13 65	2	13 67	1	
12 60	10	12 61	5	
09 95	2	—		
07 60	2	07 64	1	

Exner u Haschek				
(11) Bogen		(10) Funke		
3305 22	3	3305 75	2	?
04 20	2	—		?
04 09	3	04 12	4r	
02 06	2	02 11	1	
3291 42	2	3291 45	1	
91 14	3	91 20	2	
86 88	3	86 95	2	
86 29	2	86 34	2	?
83 53	2	—		
80 38	5	80 42	3	
79 48	5	79 51	4	
78 32	3	78 38	2	
77 83	2	77 89	1	
75 56	2	75 60	1	
73 50	2	73 60	2	
69 54	3	69 59	3	
67 23	4	67 30	4	
66 76	3	—		
64 91	5	64 98	5	?
62 93	3	62 99	2	
59 22	5	59 26	4	
58 64	2	58 67	1	
56 49	2	56 51	1	
49 44	3	49 48	2	
47 63	2	—		?
43 60	2	43 60	1	
43 40	3	43 42	1	
40 64	3	40 64	2	
40 36	3	—		
38 10	4	38 10	2	
36 95	2	—		
32 18	3	32 17	2	
30 72	8	30 73	5	
30 26	2	30 28	1	
30 07	2	30 07	1	?
27 29	3	27,32	1	
23 47	3	23 45	2	
20 90	4	20 87	2	
14 57	3	14 58	2	
08 15	2	08 17	1	
05 25	3	05 27	2	
04 05	2	04 08	1	
03 55	2	03 55	1	
00 67	3	00 69	2	
3192 76	2	3192 78	2	
87 90	2	87 90	1	Dy?
85 36	3	85 36	1	
83 54	3	83 55	2	
82 04	4	82 07	2	?
81 79	4	81 83	2	?
79 72	2	79 7	2	?

Exner u Haschek (11) Bogen		(10) Funke		
3175 63	2	3175 65	2	
72 92	3	—		
72 72	2	72.80	1	
71 65	2	71 68	1	
69 39	2	69 43	1	
67 20	2	67 23	1	
60 47	2	60 47	1	
54 42	5	54 40	3	
52 50	3	52 49	1	
50 69	3 v	50 65	1	
44 60	2	44 60	2	?
44 41	3	44 44	2	
43 74	2	—		
43 35	2	43 36	1	
42 92	2	42 93	1	
41 91	2	41 95	1	
41 24	5	41 25	2	Dy?
38 58	2	38 60	1	
37 94	2	37 95	1	?
35 70	2	35 72	1	
32 87	3	32 91	3	
32 60	3	32 64	1	
32 14	2	32 17	2	
31 19	2	—		
27 45	2	27 6	1	
26 31	2	—		?
25 76	3	25 76	3	
23 18	2	23 20	1	?
22 79	8	22 80	5	
22 00	3	22 00	1	
19 13	2	19 1	1	
18 90	2	18 95	1	
17 02	3	17 04	1	
15 61	3	15 62	1	
15 17	2	15 21	1	
13 61	4	13 65	2	
12 15	2	12 07	1	?
—		11 01	2	
06 89	3	06 91	1	
02 78	2	02 81	1	?
3099 30	3	3099 30	3	
—		95 95	2	
93 90	2	93 85	1	
93 25	3r	93 3	2	
88 85	2	88 87	1	
87 91	2	87 9	1	
87 25	2	87 20	1	
84 15	4	84 15	2	
82 20	4	82 22	3	
81 49	3	81 5	1	
78 99	3	78 97	1	?

Exner u Haschek (11) Bogen		(11) Funke		
3078 35	2	3078 36	1	
73 50	4	73 48	1	
73 16	2	—		
72 68	5	72 64	3	
72 26	2	—		
70 90	5	70 89	2	
69 35	2	69 34	1	
66 35	3	66 34	1	
65 10	2	65 10	1	
64 96	2	—		
61 77	2	61 85	1	
61 42	2	61 45	1	
54 52	3	54 53	2	
53 89	2	53 9	1	
50 99	2	51 0	1	
50 07	2	50 18	1	
48 50	2	48 52	1	?
36 31	3	36 34	2	
31 40	4	31 42	1	
28 36	3	28 40	1	
26 02	4	26 05	2	
19 85	2	19 9	1	
17 83	3	17 85	1	
16 91	3	16 98	1	
12 55	3	12 64	2	
11 25	2	11 33	1	?
10 39	2	—		
03 92	2	—		
02 76	4	02 80	2	
02 51	4	02 53	3	
2998 15	2	2998 1	1	
96 46	2	96 5	1	?
90 64	2	—		
89 66	2	89 69	1	
89 37	2	89 43	1	
83 89	2	83 95	2	
83 33	2	83 3	1 d	?
83 17	2	—		
75 80	3	75 80	1	
74 58	3	74 61	1	
73 86	2	73 85	1	
72 40	3	72 5	1	
70 18	2	—		
68 89	4	68 87	1	
65 33	2	—		?
64 64	5	64 64	3	
64 02	2	64 00	1	
63 82	2	63 83	1	?
62 63	2	62 65	1	
51 37	2	—		Tm?
48 90	2	48 89	1	?

Exner u Haschek (11) Bogen		(10) Funke		
2946 71	3	2946 72	3	
45 37	3	45 36	1	
44 16	2	—		?
42 30	2	42 34	1	?
30 75	2	—		
29 82	2	—		?
29 38	3	29 35	2	
28 52	2	28 49	1	
28 35	2	28 38	1	
27 81	2	27 81	1	
20 34	2	—		
19 35	2	19 4	1	
15 72	3	15 72	1	
11 15	2	—		
10 49	8	10 48	4	
09 67	3	09 70	1	
08 62	2	—		
06 60	2	06 63	1	
04 59	8	04 58	3	
2897 62	4	3897 62	3	
97 08	4	97 07	2	
94 04	3	94 03	1	
88 25	2	88 25	1	?
87 18	2	87 2	1	?
74 88	2	74 95	1	
73 91	2	73 94	1	
69 33	3	—		Tm?
59 93	3	59 94	2	
58 65	2	58 68	1	
55 50	3	55 51	2	
50 75	2	50 76	1	
48 45	3	48 44	1	
40 75	2	—		
38 82	3	38 82	2	
34 03	3	34 0	1	
30 53	1	30 46	2	
20 30	3	20 30	2	
06 85	2	06 75	1	?
04 46	2	04 43	1	?
02 96	2	—		
02 63	2	—		

Exner u Haschek (11) Bogen		(10) Funke		
—		2792 62	3	
2787 81	2	87 79	1	?
86 22	2	86 20	1	
85 06	2	85 08	1	
79 06	2	79 06	2	
70 13	3	70 14	2	
66 49	2	66 48	1	
65 73	2	65 75	1	
—		62 01	2	
—		59 30	3	
55 73	4	55 74	3	
55 09	3	55 06	1	
50 29	3	—		
—		46 15	2	
—		44 24	2	
39 37	3	39 31	4	
—		38 58	2	
31 65	2	31 55	1	
30 17	2	30 17	1	
26 30	2	26 28	1	?
—		23 32	5	
—		19 50	2	
12 20	2	12 20	1	
—		2698 48	5	
—		92 88	3	
—		84 86	2	
—		82 23	2	
2675 45	2	75 45	1	
72 34	3	72 34	2	
70 34	3	70 35	3	?
—		37 89	3	
24 30	2	24 38	1	
05 01	1	05 05	2	
—		03 77	2	
—		2591 99	3	
—		90 88	2	
2587 15	2	87 16	1	
86 86	2	86 86	2	
—		80 16	2	
79 72	1	79 69	2	
—		70 89	2	

Exner u Haschek (11) Bogen		(10) Funke	
—		2557 38	2
—		55 06	2
—		48 72	2
—		41 09	2
2537 09	1	36 9	2
—		32 50	2
—		29 15	2
—		24 03	2
—		13 69	2
—		10 05	2
—		08 73	3
—		2493 90	2
—		85 22	3
—		64 72	4
2446 47	2	46 49	2
—		45 5	2
—		31 67	2
—		25 15	2
—		22 61	4
20 39	1	20 35	2
—		19 89	3
—		10 61	4
—		08 02	3
—		05 79	2
—		04 68	3
—		03 43	4
—		2399 00	3
—		98 31	2
—		96 52	5
—		95 9	2
—		93 37	2
—		93 20	2
—		91 75	2
—		81 41	3 d
—		77 25	2
—		67 71	4
—		59 42	2
2358 63	1	58 81	2
—		57 14	2

EUROPIUM (Eu = 152 0)

Literatur

[1] E Demarçay, Sur un nouvel élément contenu dans les terres rares voisines du samarium C R **122** p 728—730 (1896)

[2] C Benedicks, Beitrage zur Kenntniss des Gadoliniums Zs f anorgan Chem. **22** p 393—421 (1900)

[3] E Demarçay, Sur un nouveau mode de fractionnement de quelques terres rares. C R **130** p. 1019—1022 (1900)

[4] E Demarçay, Sur les terres inconnues dans la samarine brute. C R **130** p 1469—1472 (1900)

[5] E Demarçay, Sur un nouvel element, l'europium C R **132** p 1484—1486 (1901)

[6] W Crookes, Note to Demarçay's paper on Europium Chem News **84** p 2 (1901)

[7] F Exner u E Haschek, Das Funken- und Bogenspectrum des Europiums. Wien Ber **111**, IIa p 42—57 (1902)

[8] F Exner u E Haschek, Tabelle der Funkenspectra Wien 1902

[9] F Exner u E Haschek, Tabelle der Bogenspectra Wien 1904

[10] G Urbain et H Lacombe, Sur l'europium C R **138** p 627—629 (1904)

[11] Sir W Crookes, On the ultra-violet spectrum of Gadolinium Proc Roy Soc **74** p 420—422 (1905)

[12] Sir W Crookes, On Europium and its ultra-violet spectrum Proc Roy Soc. **74** p 550—552 (1905).

[13] Sir W Crookes, On the phosphorescent spectrum of Sδ and Europium Proc Roy. Soc **76** A p 411—414 (1905)

[14] G Urbain, Sur la phosphorescence cathodique de l'europium C R. **142** p 205 bis 207 (1906)

[15] G Urbain, Recherches sur les terres rares J. de chim phys **4** p 31—66, 105—122, 232—260, 321—357 (1906)

Bei der Darstellung von Gd und Sm glaubte Demarçay [1] ein neues Element zu finden, welches er vorlaufig Σ nannte, und von dem er einige der hellsten Funkenlinien zwischen 420 und 350 angab Benedicks [2] kann von diesen Linien nichts finden, aber Demarçay [3] stellt nach einer neuen Fractionirungsmethode die Erde reiner dar Dann findet er [4], dass die Erscheinungen, welche Lecoq einem unbekannten Element Zε zugeschrieben hatte, seiner neuen Erde entsprechen, nennt sie daher Σ-Zε, es werden wieder einige Funkenlinien angegeben, ferner treten Absorptionsbanden auf, und bei Umkehrung des Funkens „Umkehrungslinien" (vergl. Bd IV p 795), deren hellste Lecoq einem Element Zζ zugeschrieben hatte Sie ist wahrscheinlich auch identisch mit der anomalen Phosphorescenzlinie von Crookes, welche dieser auf ein Element Sδ zuruckgefuhrt hatte Demarçay [5] reinigt seine Erde weiter, bestimmt das Atomgewicht zu etwa 151, benennt das

Element Europium, und giebt eine ausführlichere Liste der stärkeren Funkenlinien — Exner und Haschek [6, 7, 8] messen dann mit Material von Demarçay das Bogen- und Funkenspectrum Später hat Urbain [10] das Eu reiner dargestellt und das Atomgewicht bestimmt Weitere Abhandlungen von Urbain und Crookes betreffen die durch Eu hervorgerufene Kathodophosphorescenz Ich verweise dafür auf Bd IV p 807 und 811

Das Linienspectrum des Eu ist sehr linienreich Exner und Haschek geben im Bogenspectrum 514 Linien, im Funkenspectrum 1193 Linien, wobei die Messungen nur bis 470 reichen Darunter finden sich zahlreiche sehr schwache, mit der Intensität 1 bezeichnete Linien Da diese schwachen Linien im Allgemeinen wenig Interesse haben, auch wohl viele von ihnen zu Verunreinigungen gehören werden, so lasse ich sie in der folgenden Tabelle sämmtlich fort

Exner u Haschek (9) Bogen		(8) Funke		Demarçay (5) Funke	
4698 30	2	—		—	
88 39	2	—		—	
62 10	50	4662 08	5	4662 6	12
60 57	2	—		—	
56 90	2	-		—	
50 70	2	—		—	
27 43	100R	27 39	8	27 8	13
25 51	2	-		—	
4597 52	2	—		—	
94 23	100R	4594 22	10	4594 4	14
35 75	3	-		—	
26 85	2	—		—	
22 80	20	22 76	15	—	
4458 30	2	4458 33	2	—	
65 12	2	65 16	2	—	
35 74	50	35 75	30	4435 8	16
35 01	2	35 00	2	—	
17 39	2	—		—	
07 25	1	07 21	2	—	
4388 07	4	—		—	
83 36	3	4383 34	2	—	
—		72 37	2	—	
70 60	2	70 50	1	—	
69 61	2	69 61	2	—	
55 25	4	55 28	3 r	4355 5	7
54 92	3	—		—	
—		52 40	2	—	
46 08	3	—		—	
37 86	4	37 84	1	—	
—		34 90	2	—	
31 35	3	—		—	
30 75	1	30 79	3	—	
30 13	4	—		—	

Exner u Haschek (9) Bogen		(8) Funke		Demarçay (5) Funke	
4329 52	4	—		—	
22 72	3	—		—	
17 82	1	4317 85	2	—	
4298 88	3	4298 90	1	—	
76 35	2	76 37	1	—	
70 67	1	70 66	2	—	
70 41	1	70 41	2	—	
—		61 20	2	-	
58 28	2	58 22	1	—	
53 97	1	53 96	2	—	
47 20	1	47 20	2	—	
44 90	2	—		—	
37 66	1	37 66	2	—	
32 61	1	32 60	2	—	
29 49	1	29 47	2	—	
—		13 71	2	—	
05 20	100	05 20	50	4205 4	16
02 80	3	—		—	
—		4196 35	3	—	
—		95 54	2	—	
4194 6	2 u	—		—	
82 42	4	—			
81 06	2	81 10	1	—	
—		77 65	2 d	—	
76 85	2	76 80	2	—	
75 36	1	75 34	2	—	
72 98	2	72 98	3	4173 2	5
57 95	2	—		—	
—		53 56	2	—	
51 73	2	51 74	1	—	
41 89	2	41 88	3	—	
41 20	1	41 18	2	—	
—		40 19	2	—	

Exner u. Haschek (9) Bogen		(8) Funke		Demarçay (5) Funke	
—		4139 80	2	—	
4137 24	3	—		—	
36 71	1	36 74	2	—	
—		34 02	2	—	
29 90	100	29 90	100	4130 0	15
27 43	4			—	
—		25 08	2	—	
24 69	1	24 70	2	—	
—		20 94	2	—	
19 49	1	19 45	3	—	
—		12 36	2	—	
12 23	3	12 24	2	—	
08 02	1	08 06	3	—	
07 01	4	—		—	
04 04	2	—		—	
02 86	2	02 90	1	—	
—		4099 80	2	—	
4096 96	2	96 95	1	—	
—		93 16	2	—	
85 52	3	85 54	2	—	
—		80 95	2	—	
78 39	3	—		—	
—		77 07	2	—	
71 40	3	71 47	2 d	—	
69 12	2	—		—	
65 57	2	—		—	
—		62 83	2	—	
62 33	1	62 35	2	4062 3	5
61 73	1	61 70	2	—	
59 55	1	59 51	3	—	
—		—		57 8	6
40 65	2	—		—	
39 36	5	—		—	
36 25	2	—		—	
30 17	4	—		—	
28 76	2	—		—	
26 77	2	—		—	
26 10	2	—		—	
17 75	4	17 71	3	17 6	6
16 82	3	—		—	
14 52	2	—		—	
12 95	1	12 99	3	12 7	5
11 85	3	11 89	3	11 8	7
10 57	2			—	
03 88	1	03 89	3	—	
3996 11	1	3996 16	2	—	
94 05	1	94 11	2	—	
88 36	1	88 40	2	3988 4	6 u
88.00	2	—		—	
86 79	3	—		—	
—		81 52	2 u	—	

Exner u. Haschek (9) Bogen		(8) Funke		Demarçay (5) Funke	
3979 78	1	3979 80	2	—	
78 60	4	—		—	
77 01	2	—		—	
—		76 11	2	—	
72 16	50	72 16	50	3872 0	15
69 36	2	—		—	
67 27	2	—		—	
—		66 75	2	—	
—		65 60	2 r	—	
65 06	4	—		—	
64 61	2	—		—	
58 04	1	58 05	2	—	
55 86	4	—		—	
49 72	3	—		—	
43 21	2	43 19	3 d	43 2	7
41 72	1	41 72	2	—	
36 12	1	36 10	2	—	
30 66	50	30 65	50	30 7	15
30 00	2	30 03	1	—	
29 02	2	29 08	1	—	
19 19	1	19 22	3	—	
18 61	2	—		—	
—		18 31	2	—	
17 43	4	17 45	2	—	
16 93	2	—		—	
16 11	3	—		—	
15 75	2	—		—	
15 35	1	15 39	2	—	
07 28	30	07 30	30	07 2	14
03 39	3	—		—	
00 66	3	00 59	2	—	
00 36	1	00 34	2	—	
—		3899 65	2	—	
3898 90	2	—		—	
98 35	1	98 45	2	—	
97 85	2	—		—	
—		97 41	2	—	
84 91	5	84 90	1	—	
—		83 81	2	—	
—		77 52	2	—	
—		77 42	2	77 4	5
—		66 35	2	—	
65 69	4	—		—	
—		65 43	2	—	
—		64 26	2	—	
—		61 36	3	61 3	6
—		60 89	2	—	
—		54 78	2	54 7	5
—		50 7	2	—	
—		43 25	2	—	
—		42 54	2	—	

Exner u Haschek (9) Bogen	Exner u Haschek (8) Funke	Demarçay (5) Funke
—	3838 45 2d	—
—	36 66 2	—
—	31 32 2	—
—	29 60 2	—
—	29 10 2	—
—	26 83 2	—
—	25 33 2	—
—	23 54 2	—
3819 80 50R	19 81 50	3819 5 15
—	17 86 3	17 4 5
—	15 61 3	15 2 5
11 47 4	—	—
—	07 71 3	—
—	04 47 2	—
—	03 26 2	—
—	02 89 2	—
—	01 77 2	—
—	01 54 2	—
—	00 71 2	—
3799 16 3	3799 17 2	—
—	96 48 2	—
—	96 30 2	—
—	93 98 2	—
—	89 33 2	—
—	88 94 2	—
—	87 00 2d	—
—	85 96 2	—
—	85 57 2d	—
—	84 43 2	—
—	81 56 3	3781 1 5
—	80 66 2	—
—	80 00 2	—
74 26 4	74 24 1	—
—	71 32 2	—
70 40 1	70 40 2	—
—	69 46 2	—
66 06 2	66 10 2	—
61 30 3	61 29 3	—
—	60 49 2	—
—	57 79 2	—
—	57 55 2	—
—	53 19 2	—
44 35 2	—	—
43 71 2	—	—
41 46 4	41 48 3	41 0 5
—	40 40 2	—
38 23 1	38 20 3	—
—	33 81 2	—
32 34 3	—	—
—	32 01 2	—
29 85 2	29 93 1	—

Exner u Haschek (9) Bogen	Exner u Haschek (8) Funke	Demarçay (5) Funke
3728 34 2	—	—
25 10 30	3725 08 20	3724 5 13
22 77 2	22 80 1	—
19 30 3	19 45 1	—
—	17 84 2	—
17 03 2	17 10 2	—
15 05 2	15 07 2	—
13 58 2	13 65 2	—
11 02 2	11 05 2	—
—	07 58 9	—
3688 57 20	3688 59 10	88 3 11
87 90 1	87 93 4	—
82 58 2	82 55 1	—
78 41 1	78 31 2	—
—	73 35 2	—
56 40 2	—	—
—	37 84 2	—
—	36 80 2	—
—	36 01 2	—
32 32 2	32 35 1	—
29 94 1	29 93 2	3629 9 7
—	23 81 2	—
22 70 1	22 71 3	22 5 5
—	22 09 2	—
18 34 2	—	—
16 30 1	16 30 2	16 1 5
—	12 34 2	—
11 75 2	11 76 1	—
06 86 2	06 88 1	—
03 40 3	03 36 2	—
—	3597 04 2	—
3591 47 2	91 52 1	—
—	90 34 2	—
89 39 3	—	—
72 75 2	72 8 1u	—
—	70 26 3	3570 0 6
52 65 3	52 65 2	—
—	49 82 2	49 7 7
—	47 20 2	47 6 5
42 31 3	42 29 1	43 9 9
—	41 48 2	41 2 5
38 26 1	38 22 2	—
—	37 85 2	—
—	34 25 2	—
—	31 96 2	—
31 25 2	31 30 2	30 8 6
—	28 00 2	—
21 26 4	21 25 4r	20 6 12
—	18 64 2	—
11 20 3	11 23 2	—
05 45 1	05 45 2	04 8 6

Exner u Haschek (9) Bogen		Exner u Haschek (8) Funke	
—		3404 18	2
—		95 28	2
—		89 40	2
—		86 00	2
—		85 32	2
—		82 69	2
3481 77	1	81 75	2
77 17	2	77 14	2
76 77	1	76 77	2
—		74 64	2
—		69 44	2
68 02	3?	—	
—		66 58	2
61 52	3	61 53	2
57 17	3	57 19	2
—		54 90	2
53 62	1	53 61	2
—		46 51	2
41 15	3	41 17	2
35 85	1	35 88	3
35 34	2	35 33	1
—		35 21	2
32 69	2	—	
25 19	3	25 18	2
23 22	1	23 26	3
21 82	1	21 85	2
—		16 90	3d?
—		12 87	3
—		12 39	2
—		06 25	2
—		02 55	2
3396 73	4	3396 70	3
—		95 46	2
—		93 38	2
92 14	2	92 11	2
90 94	1	90 90	3
—		81 88	2
80 40	1	80 41	2
—		70 65	2
3369 22	3	69 24	2
—		61 74	2
54 54	1	54 60	2
53 85	2	—	
50 57	3	—	
38 84	1	38 85	2
—		38 61	2
—		36 98	2
—		36 60	2
34 48	6	34 44	2
—		33 79	2
—		31 32	2

Exner u Haschek (9) Bogen		Exner u Haschek (8) Funke	
—		3329 65	2
—		28 7	2
—		28 16	2
—		26 11	2
3322 42	3	22 43	1
22 01	2	22 00	2
—		20 26	2
20 03	1	20 05	2
13 46	2	13 48	3 r
08 15	2	08 16	3 r
02 10	2	02 11	2 r
—		3298 43	2
—		84 00	2
—		82 64	2
3277 89	2	77 90	3 r
72 91	2	72 90	3 r
66 54	2	66 54	2
62 64	1	62 68	2
—		58 82	2
—		51 58	2
—		46 90	2
46 14	2	—	
41 55	3	41 6	1 u
35 26	2	—	
13 84	3	13 95	2
12 89	5	12 95	2
10 65	4	10 69	1
—		3194 50	2
—		83 88	2
—		81 4	2 r
3173 75	2	73 75	1
—		71 11	3
68 40	2	—	
50 00	2	50 01	1
—		39 36	2
32 27	2	—	
30 83	2	30 87	2
—		13 13	2
11 55	6	11 53	1
06 31	3	06 30	1
3098 30	1	3098 30	2
97 60	3	97 60	2
89 44	2	—	
77 50	3	77 49	2
69 23	1	69 24	2
67 09	2	—	
59 12	2	—	
55 07	4	55 03	3
—		37 00	2
—		32 82	2
—		31 30	2

Exner u Haschek (9) Bogen		Exner u Haschek (8) Funke	
—		3029 92	2
—		26 87	3
—		21 00	2
—		23 47	2
—		22 75	2
3022 27	1	22 17	2
—		13 34	3
06 39	2	06 50	1
—		00 20	3
2991 46	3	2991 44	2
—		82 40	3
—		79 04	2
—		72 40	2
60 34	3	60 32	2
59 59	2	59 61	1
59 03	2	—	
—		56 90	2
52 79	3	52 79	2
47 44	2	47 43	1
—		31 09	2
25 19	4	25 13	3
-		12 74	2
12 43	1	12 36	2
09 10	3		
06 82	5	06 80	5
2893 95	2	2893 95	2
93 16	3	—	
92 65	3	92 68	2
78 97	2	—	
62 69	3	62 66	2
59 79	3	59 75	2
—		39 65	2
33 36	2	33 37	1
29 40	2	29 36	1
28 81	4	28 80	3
20 90	4	20 88	4
16 30	3	16 24	3
14 08	5	14 03	5
13 18	2	13 17	1
11 86	2	11 84	2
—		2792 62	2
2782 02	3	82 01	3
80 64	1	80 60	2
—		68 48	2
—		66 39	2
—		60 30	2
		57 9	2 u
—		55 23	2
—		52 73	1
52 29	2	52 22	1
47 94	2	—	

Exner u Haschek (9) Bogen		(8) Funke	
2745 70	2	2745 53	1
44 36	2	44 36	1
43 38	2	—	
40 71	2	40 71	1
29 46	5	29 46	3
27 87	4	27 89	6
—		25 61	2
24 04	2	—	
—		20 71	4
17 06	3	17 08	3
10 09	2	—	
—		08 91	2
—		08 30	2
05 36	2	05 35	2
01 99	4	01 99	3
01 21	3	01 23	3
—		00 85	2
—		2693 59	3
2692 10	3	92 10	3

Exner u Haschek (9) Bogen		(8) Funke	
—		2687 82	2
—		87 35	2
2685 74	3	85 74	2
—		83 29	2
78 36	3	78 35	2
—		76 15	3
73 54	2	73 52	1
68 40	4	68 35	5
—		66 93	3
—		51 04	2
—		45 37	2
—		42 86	2
2441 37	3	41 36	2
38 84	4	38 84	3
—		28 50	2
—		27 11	2
—		16 45	2
—		16 20	2
—		08 47	2

Exner u Haschek (9) Bogen		(8) Funke	
—		2596 49	2
—		94 89	2
2477 25	2	77 25	3
68 26	1	68 25	2
64 27	1	64 27	3
59 30	1	59 29	2
—		22 26	2
—		13 90	4
—		2483 40	2
—		46 11	4
—		44 51	3
—		12 17	2
—		2391 29	2
2375 50	1	75 56	4
—		74 20	2
—		50 65	2
—		2291 73	2

FLUOR (F = 19.0)

Literatur

[1] R. Böttger, Zur Spectralanalyse. J. f. pract. Chem. **65**. p. 392—394 (1862).

[2] J. M. Seguin, Note sur le spectre de l'etincelle électrique dans les gaz composés, en particulier dans le fluorure de silicium. C. R. **54**. p. 933—935 (1862).

[3] A. Mitscherlich, Ueber die Spectren der Verbindungen und der einfachen Körper. Pogg. Ann. **121**. p. 459—488 (1864).

[4] A. Ditte, Sur les spectres des corps appartenants aux familles de l'azote et du chlore. C. R. **73**. p. 738—742 (1871).

[5] G. Salet, Sur les spectres des métalloides. Ann. chim. et phys. (4) **28**. p. 5 bis 71 (1873).

[6] G. D. Liveing, Note on the spectra of calcium fluoride. Proc. Cambridge Phil. Soc. **3**, 3. p. 96—98 (1878).

[7] G. Ciamician, Spectroscopische Untersuchungen. Wien. Ber. **82**, II. p. 425 bis 457 (1880).

[8] H. Moissan, Sur la couleur et sur le spectre du fluor. C. R. **109**. p. 937—940 (1889).

[9] H. Moissan, Determination de quelques constantes physique du fluor. Ann. chim. et phys. (6) **35**. p. 125—144 (1891).

[10] E. Demarçay, Spectres électriques. Paris 1895.

[11] Fr. Exner u. E. Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente. Wien. Ber. **110**, IIa. p. 964—987 (1901).

[12] J. Lunt, The spectra of silicon, fluorine and oxygen. Ann. of the Cape Observatory **10**, 2. p. 5B—43B (1906).

Das Spectrum des Fluor ist noch so gut wie unbekannt. Böttger [1] bringt Flussspath in die Flamme, sieht eine Linie im Hellblau, die er F zuschreibt, es wird wohl eine Ca-Linie gewesen sein. Séguin [2] lässt Funken durch Siliciumfluorid schlagen, sieht eine Linie im Blau, welche das Spectrum des F darstellen soll. Mitscherlich [3] lässt Funken durch Fluorwasserstoffsäure und durch Kieselfluorwasserstoffsäure gehen, die beiden Fällen gemeinsamen Linien seien F-Linien, sie werden aber nicht angegeben. Ebenso verfährt Ditte [4], macht aber auch keine Angaben. — Salet [5] vergleicht in Geisslerröhren die Spectra von Si-Chlorid und Fluorid, in letzterem erhält er 5 Linien im Roth, welche dem F zugeschrieben werden. — Liveing [6] beschreibt das Spectrum von Fluorcalcium, wie vor ihm schon Mitscherlich [3], es handelt sich also hier gar nicht um das F-Spectrum, und ich erwähne die Arbeit nur, weil die Messungen Liveing's in Watts' Tabellen fälschlich als F-Linien angeführt werden.

Ciamician [7] verfährt wieder wie Salet, giebt aber nur eine Zeichnung, welche 10 Linien im Roth enthält. — Endlich folgen die besten Messungen,

welche für lange Wellen bis jetzt vorliegen, durch Moissan [8, 9]: er lässt Funken zwischen Pt oder Au in F überschlagen, oder in Fluorwasserstoff, oder in Siliciumfluorid, Phosphortrifluorid, Phosphorpentafluorid, Kohlenstofftetrafluorid. Die gemeinsamen Linien sind die des F.

Demarçay [10] sagt, man erhalte die rothen Linien von F durch Funken nach sehr concentrirter Fluorwasserstoffsäure, er giebt aber keine Wellenlängen. Endlich sagen Exner und Haschek [11]: „Aufnahmen aus Fluorammonium auf Kohleelectroden ergaben keine Linien. Im sichtbaren Theile liess sich subjectiv ein schwaches continuirliches Spectrum mit ganz flachen, ungemein breiten Maximis erkennen."

Erheblich zuverlässiger sind unsere Kenntnisse für kürzere Wellen, dank einer Abhandlung von Lunt [12], bei einer Untersuchung über das Spectrum des Si benutzt er Siliciumfluorid in Geisslerröhren. Eine sorgfältige Discussion der auftretenden Linien ergiebt eine Liste der F-Linien. Das Spectrum wird zwar nur mit einem Prisma erzeugt, die Messung an den Photographieen scheint aber sehr zuverlässig zu sein.

Die gemessenen Wellenlängen sind:

Salet	Moissan
—	744 sehr schwach
—	740 „ „
—	734 „ „
—	714 schwach
—	704 „
692	691 „
	6875 „
686 zieml. stark	6855 „
	6835 „
678	677 stark
640 stark	6405 „
—	634 „
623 stark	623 „

Lunt		
4446.8	20 u	
4299.3	7	
4246.5	30 u	
4119.3	3	
16.8	2	
13.0	2	
09.3	5	
03.6	10	
4084.1	2	
25.3	10 u	1)
3904.0	1	
02.1	1	
3899.0	2	
51.8	1	
50.2	2	
47.3	3	

Mehrere Verbindungen von Metallen mit F geben characteristische Verbindungsspectra. Sie finden sich bei den betreffenden Metallen beschrieben.

1) Die Linie hat einen schwachen Begleiter nach Roth.

EISEN (Fe = 55 85)

Literatur

[1] A Masson, De la nature de l'étincelle electrique et de sa cause Ann chim et phys (3) **31** p 295—326 (1851) Funke

[2] D Alter, On certain physical properties of light produced by the combustion of different metals, in the electric spark, refracted by a prism Americ J (2) **18** p 55—57 (1891) Funke

[3] G Kirchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und die Spectra der chemischen Elemente Abhandl Berl Akad 1861 p 63—95, 1863 p 227—240 Funke

[4] W A Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark Phil Trans **152**, II p 861—887 (1862) Funke, Photographie

[5] T R Robinson, On spectra of electric light as modified by the nature of the electrodes and the media of discharge Phil Trans **152**, II p 939—986 (1862) Funke

[6] W. Huggins, On the spectra of some of the chemical elements Phil Trans **154**, II p 139—160 (1864) Funke

[7] F Brasack, Spectralanalytische Untersuchungen Abhandl Naturf Ges Halle, **9**, 1 p 1—16 (1864) Empfindlichkeit

[8] A Mitscherlich, Ueber die Spectra der Verbindungen und der einfachen Korper Pogg Ann **121** p 459—488 (1864) In Flamme, Oxydspectrum

[9] R Thalen, Om spectralanalys Upsala univers årsskr 1866 Funke, Zeichnung

[10] R Thalén, Mémoire sur la determination des longueurs d'onde des raies métalliques Nova acta reg. soc sc Upsal (3) **6** (1868) Funke

[11] A Secchi, Sur les spectres du fer et de quelques autres metaux, dans l'arc voltaique C R **77** p 173—177 (1873) Bogen

[12] J N Lockyer, Researches in spectrum analysis in connexion with the spectrum of the sun Phil Trans **164**, II p 479—494, p 805—813 (1874) Bogen

[13] J N Lockyer and W Chandler Roberts, On the absorption-spectra of metals volatilized by the oxyhydrogen flame Proc Roy Soc **23** p 344—349 (1875) Absorption durch Dampfe

[14] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux Paris 1875 Funke nach Losung

[15] A Gouy, Recherches sur les spectres des métaux à la base des flammes C R **84** p 231—234 (1877) Salze in Flamme

[16] Rand Capron, Photographed spectra, London 1877 Funke und Bogen

[17] G Ciamician, Ueber die Spectra der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen. Wien Ber **76**, II p 499—517 (1877) Funke nach Losung, Oxydspectrum

[18] J N Lockyer, Discussion of the working hypothesis that the so-called elements are composed bodies Proc Roy Soc **28** p 157—180 (1878), Nat **19** p 197—201, 225—230 (1879) Dissociation

[19] A Cornu, Etude du spectre solaire ultra-violet C R **86** p 101—104, 315—317 (1878) Ultraviolette Linien

[20] J Parry and A E Tucker, On the application of the spectroscope to the analysis of iron and steel Engineering **27** p 127—128, 429—430, **28** p 141—142 (1879) Funke

[21] J L Schonn, Ueber ultraviolette Strahlen Wiedem Ann 9 p 483—492, 10 p 143—148 (1880) Existenz ultravioletter Linien

[22] A Cornu, Sur le spectre normal du soleil, partie ultraviolette Ann scientif école norm sup (2) 9 p 21—106 (1880) Eisen in Sonne

[23] G D Liveing and J Dewar, On the identity of spectral lines of different elements. Proc Roy Soc 32 p 225—231 (1881) Coincidenzen von Fe und andern Elementen

[24] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours Proc Roy Soc 32 p 402—405 (1881) Umkehrung

[25] W N Hartley, Photographs of spark spectra of twenty-one elementary substances (1881) Trans Roy Dublin Soc (2) 1 p 231—238 (1883), J chem soc 41 p 84—90 (1882) Funke

[26] H Becquerel, Etudes des radiations infra-rouges au moyen des phenomenes de phosphorescence C R 96 p 1215—1218 (1883) Ultrarothe Linien

[27] A Cornu, Sur les raies telluriques, qu'on observe dans le spectre solaire au voisinage des raies D J école polytechn 53 p 175—212 (1883) Bogenlinien

[28] G D Liveing and J Dewar, On the ultra-violet spectra of the elements Phil Trans 174, I p 187—222 (1883) Bogen und Funke im Ultraviolett

[29] R Thalén, Sur le spectre du fer obtenu a l'aide de l'arc electrique Nova acta reg soc sc Upsal (3) 12 p 1—49 (1884) Sichtbares Bogenspectrum

[30] G D Liveing and J Dewar, Spectroscopic studies on gaseous explosions Proc Roy Soc 36 p 471—478 (1884) Linien bei Gasexplosionen

[31] J N Lockyer, Researches on the spectra of meteorites Proc Roy Soc 43 p 117—156 (1887) In Flammen, Banden.

[32] H Kayser und C Runge, Ueber die Spectren der Elemente Abhandl Berlin Akad 1888 Bogenspectrum, photographischer Atlas

[33] H Kayser und C Runge, Ueber die Spectren der Elemente 3 Abschnitt Abhandl Berlin Akad 1890, Wiedem Ann 41 p 302—326 (1890) Nachtrag zu Vorigem

[34] Fr Mc Clean, Parallel photographs of the spectra of the sun, of iron, and of iridium, from the line (H) to the line (D) Monthly Not Roy Astr Soc 49 p 386—388 (1889) Mit Atlas Funkenspectrum

[35] V Schumann, Zur Photographie der brechbarsten Strahlen Photogr Rundschau 41 p 71—80 (1890) Kurze Wellenlangen

[36] Fr Mc Clean, Comparative photographic spectra of the sun and the metals Monthly Not 52 p 22—23 (1891) Funkenspectrum λ 575—380 Tafeln

[37] J Parry, The spectrum of iron and the periodic law Nat 45 p 253—255 (1892) Angebliche Dissociation des Eisens

[38] J M Eder, Ueber die Verwendbarkeit der Funkenspectren verschiedener Metalle zur Bestimmung der Wellenlänge im Ultraviolett Denkschr Wien Akad 60 p 1—24 (1893) Beitrage zur Photochemie p 44—56 Photographie des Fe-Funkens

[39] W N Hartley, Flame spectra at high temperatures I Oxy-hydrogen blowpipe spectra Proc Roy Soc 54 p 5—7 (1893), Phil Trans A 185 p 161—212 (1894) Knallgasflamme

[40] J N Lockyer, On the photographic arc spectrum of electrolytic iron Phil Trans A 185 p 983—1021 (1894) Bogenspectrum von 650 bis 390 $\mu\mu$

[41] V Schumann, Zur Photographie der Lichtstrahlen kleinster Wellenlänge Wiener Anzeig 1895 p 24—30, Chem News 71 p 118 (1895)

[42] H A Rowland, Preliminary table of solar spectrum wave-lengths Chicago 1896—1898 Linien in Sonne

[43] J F Mohler, The effect of pressure on wave-length Astrophys J 4 p 175—181 (1896) Druckverschiebung

[44] W J Humphreys, Changes in wave-frequencies of the lines of emission spectra Astrophys J 6 p 169—232 (1897) Druckverschiebung

[45] F Exner u E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber 106, IIa p 494—520 (1897)

[46] J N Lockyer On the iron lines present in the hottest stars Proc Roy Soc 60 p 475—476 (1897) Verstarkte Linien

[47] H Becquerel et H Deslandres, Contribution a l'étude du phenomène de Zeeman C R **126** p 997—1001 (1898) Zeeman-Effect

[48] J S Ames, R F Earhart and H M Reese, Some notes on the Zeeman effect Johns Hopkins Univ Circ **17** p 53 (1898) Zeeman-Effect

[49] A A Michelson, Radiation in a magnetic field Nat **59** p 440—441 (1899) Zeeman-Effect

[50] J N Lockyer, Preliminary table of wave lengths of enhanced lines Proc Roy Soc **65** p 451—461 (1899) Verstarkte Linien

[51] G A Hemsalech, Sur les spectres des decharges oscillantes J de phys (3) **8** p 652—660 (1899) Selbstinduction

[52] J N Lockyer, The present standpoint in spectrum analysis Nat **59** p 585—588 (1899) Veranderlichkeit, Dissociation

[52a] J Wilsing, Ueber die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne Berl Ber 1899 p 426—436 Funke in Wasser

[53] P Zeeman, Some observations concerning an assymetrical change of the spectral lines of iron, radiating in a magnetic field Proc Akad Amsterdam **8** p 328—331 (1899) Zeeman-Effect

[54] J M Eder u E Valenta, Normalspectren einiger Elemente zur Wellenlangenbestimmung im aussersten Ultraviolett Denkschr Wien Akad **68** p 531—554 (1899), Beitrage zur Photochemie p 377—403 Funken und Bogen, Photographie

[55] H M Reese, Notes on the Zeeman effect Johns Hopkins Univ Circ **18** p 59 (1899), ibid **19** p 61—62 (1900), Astrophys J **12** p 120—135 (1900) Zeeman-Effect

[56] H Lehmann, Die ultrarothen Spectren der Alcalien Freiburg i Br 1900 Ultraroth

[57] H Kayser, Normalen aus dem Bogenspectrum des Eisens Ann d Phys (4) **3** p 195—203 (1900), Astrophys J **13** p 329—335 (1901) Neue Normalen

[58] H Crew, On the arc spectra of some metals as influenced by an atmosphere of hydrogen Astrophys J **12** p 167—175 (1900), Phil Mag (5) **50** p 497—505 (1900) Bogen in Wasserstoff

[59] Ch Fabry et A Perot, Longueurs d'onde de quelques raies du fer C R **132** p 1264—1266 (1901) Normalen

[59a] G A Hemsalech, Recherches experimentales sur les spectres d'étincelles Paris bei Hermann 1901 Einfluss der Selbstinduction

[60] G Berndt, Ueber den Einfluss von Selbstinduction auf die durch den Inductionsfunken erzeugten Metallspectra im Ultraviolett Dissert Halle 1901 Selbstinduction

[61] W E Adeney, Photographs of spark spectra from the large Rowland spectrometer Trans Roy Dublin Soc (2) **7** p 331—338 (1901) Photographie

[62] Ch Fabry et A Perot, Mesures de longueurs d'onde en valeur absolue, spectre solaire et spectre du fer Ann chim et phys (7) **25** p 98—139 (1902) Normalen

[63] F Exner und E Haschek, Tabellen der Funkenspectra Wien 1902

[63a] H Konen, Ein Beitrag zur Kenntniss spectroscopischer Methoden Ann d Phys (4) **9** p 742—780 (1902) Funke in Wasser

[63b] Sir Norman Lockyer, On the spark discharge from metallic poles in water Proc Roy Soc **70** p 31—37 (1902), Astrophys J **15** p 190—198 (1902) Funke in Wasser

[64] R A Porter, The influence of atmospheres of nitrogen and hydrogen on the arc spectra of iron Astrophys J **15** p 274—281 (1902) Bogen in Gasen.

[65] G E Hale, Note on the spark spectrum of iron in liquids and in air at high pressure Astrophys J **15** p 132—135 (1902) Funke in Flussigkeiten

[66] H Lehmann, Photographie des ultrarothen Eisenspectrums Ann d Phys (4) **9** p 1330—1333 (1902) Ultrarothes Spectrum 8690—6811

[67] Ch de Watteville, Sur les spectres de flammes C R **135** p 1329—1332 (1902) Salz in Flamme

[68] O Lohse, Funkenspectra einiger Metalle Publ Astrophys Observ Potsdam **12** p 109—208 (1902)

[69] W von Bolton, Ueber electrodisches Leuchten und eine neue spectroscopische Methode Zs f Electrochem **9** p 913—922 (1903) Leuchten bei Electrolyse Banden

[69a] G E Hale and N A Kent, Second note on the spark spectrum of iron in liquids and compressed gases Astrophys J **17** p 154—160 (1903)

[70] J E Petavel and R S Hutton, Preliminary note on the effect of pressure upon arc spectra Phil Mag (6) **6** p 569—577 (1903) Bogen unter Druck

[71] H Ebert, Die anomale Dispersion und die Sonnenphänomene Astron Nachr **162** Nr 3877 p 193—196 (1903) Anomale Dispersion

[72] J N Lockyer and F E Baxandall, Enhanced lines of titanium, iron and chromium in the Fraunhoferic spectrum Proc Roy Soc **74** p 255—267 (1904) Verstärkte Linien

[73] Ch de Watteville, Spectres de flammes Thèse Paris 1904 Salzstaub in Flamme

[74] L Puccianti, Metodo interferenziale per lo studio della dispersione anomala nei vapori Mem soc spettrosc Ital **33** p 133—138 (1904) Anomale Dispersion

[75] H M Reese, A study of enhanced lines of titanium, iron and nickel Astrophys J **19** p 322—337 (1904) Verstärkte Linien

[76] F Exner u E Haschek, Tabelle der Bogenspectra Wien 1904

[77] A S King, Ueber Emissionsspectra von Metallen im electrischen Ofen Ann d Phys (4) **16** p 360—381 (1905), Astrophys J **21** p 236—257 (1905) Im electr Ofen

[78] F E Baxandall, On the enhanced lines of iron, titanium and nickel Astrophys J **21** p 337—343 (1905) Verstärkte Linien

[79] L Puccianti, Alcune osservazioni critiche ed esperienze nuove relative ai fondamenti della spettroscopia celeste Nuovo Cim (5) **9** p 1—85 (1905) Anomale Dispersion

[80] H W Morse, Spectra from the Wehnelt interrupter Astrophys J **21** p 223—235 (1905) In Wehneltunterbrecher

[81] H Crew and B J Spence, Variation of arc spectra with phase of the current producing them Astrophys J **22** p 199—203 (1905) Phasen des Wechselstrombogens

[82] W J Humphreys, The effect of a pressure of 37 atmospheres on certain lines of the arc spectrum of iron Astrophys J **22** p 217—219 (1905) Bogen unter Druck

[83] A. Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectra Jena 1905 Bogen, Funken und Flamme

[84] P G Nutting, Line structure Astrophys J **23** p 64—78 (1906) Structur der Linien

[85] Sir Norman Lockyer, Tables of wave-lengths of enhanced lines Solar Physics Committee 1906 Verstärkte Linien

[86] W W Coblentz, Infra-red emission spectra Physic Rev **22** p 1—30 (1906) Keine Linien über 1 μ

[87] Lord Blythwood and W A Scoble, Photographs of certain arc spectra from λ 5800 to λ 8500 Astrophys J **24** p 125—127 (1906) Rothes Bogenspectrum

[87a] W B Anderson, A spectroscopic study of the spark spectrum Astrophys J **24** p 221—254 (1906) Veränderlichkeit des Spectrums

[88] H Buisson et Ch Fabry, Mesures de longueurs d'onde dans le spectre du fer pour l'etablissement d'un système de repères spectroscopiques C R **144** p 1155—1157 (1907), J de phys (4) **7** p 169—195 (1908), Astrophys J **28** p 169—196 (1908) Normalen

[89] G E Hale and N A Kent, The spectrum of the high potential discharge between metallic electrodes in liquids and in gases at high pressure Publ of the Yerkes Observ **3**, 2 p 29—66 (1907) Funke in Flüssigkeiten

[90] P Eversheim, Bestimmung von Wellenlängen des Lichts zur Aufstellung eines Normalsystems Zs f wiss Photogr **5** p 122—180 (1907) Normalen

[90a] H Kayser, Zur Ermittelung neuer Wellenlängen-Normalen Trans Internat Union f Solar Res **2** p 171—174 (1908)

[91] A de Gramont, Sur les raies ultimes ou de grande sensibilité des métaux, dans les spectres de dissociation C R **144** p 1101—1104 (1907) Hauptlinien

[92] G E Hale and W S Adams, Second paper on the cause of the characteristic phenomena of sun-spot spectra Astrophys J **25** p 75—94 (1907) Verstärkte Linien im Roth

[93] W J. Humphreys, Arc spectra under heavy pressure Astrophys J **26** p 18—35 (1907) Druckverschiebung

[94] E A Kochen, Der rothe Theil des Eisenbogenspectrums Dissert Bonn 1907, Zs f wiss Photogr **5** p 285—299 (1907).

[95] A H Pfund, A redetermination of the wavelengths of standard iron lines Phys Rev **25** p 140 (1907), Astrophys J **28** p 197—211 (1908), Zs f wiss Photogr **7** p 1—16 (1909) Normalen

[96] W G. Duffield, The effect of pressure upon arc spectra Proc Roy Soc A **79** p 597—599 (1907), Phil Trans A **208** p 111—162 (1908) Druckverschiebung

[97] W Hartmann, Das Zeeman-Phanomen im sichtbaren Spectrum von Kupfer, Eisen, Gold und Chrom Dissert Halle 1907 Zeeman-Effect

[98] Ch Fabry et H Buisson, Sur la presence des raies d'etincelles dans le spectre de l'arc C R **146** p 751—754 (1908) Verstarkte Linien

[99] G A Hemsalech et Ch de Watteville, Etude spectroscopique de flammes de diverses natures C R **146** p 748—751 (1908) Flamme mit Bogenstaub

[100] G A Hemsalech et Ch de Watteville, Sur les spectres de flammes du fer C R **146** p 859—862 (1908) Verschiedene Fe-Spectra

[101] G A Hemsalech et Ch de Watteville, Sur le spectre du fer observé dans la flamme du chalumeau oxhydrique C R **146** p 962—965 (1908) Flamme mit Funkenstaub

[102] W G Duffield, The spectrum near the poles of an iron arc Astrophys J **27** p 260—271 (1908) Funkenlinien in Bogen

[103] H Buisson et Ch Fabry, Sur deux regimes differents de l'arc au fer C R **146** p 1143—1145 (1908) Verhalten des Fe-Bogens

[104] H Buisson et Ch Fabry, Spectre du fer Annales faculté des sc de Marseilles 17, 3 (1908) Photogr Atlas des Fe-Spectrums

[105] G A Hemsalech et Ch de Watteville, Sur l'existence des raies d'etincelles (enhanced lines) dans les flammes de diverses temperatures et sur les modifications qu'elles y eprouvent C R **146** p 1389—1392 (1908) Funkenlinien in Flammen

[105[a]] G E Hale, On the probable existence of a magnetic field in sun-spots Astrophys J **28** p 315—343 (1908) Zeeman-Effect

[106] H Auerbach, Spectroscopische Untersuchungen uber das Verhalten der Metallsalze in Flammen von verschiedener Temperatur Zs f wiss Photogr **7** p 30—39, 41—46 (1909)

[107] G Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldämpfen Dissert Bonn 1909 Zs f wiss Photogr **7** p 80—112 (1909) Anomale Dispersion

[108] J Hartmann, Normallinien aus dem Bogenspectrum des Eisens im definitiven Rowlandschen System Physik Zs **10** p 121—124 (1909)

[109] Ch Fabry et H Buisson, Sur l'elargissement dissymétrique des raies du spectre de l'arc et leur comparaison avec celles du spectre solaire C R **148** p 1240—1241 (1909) Unsymmetrische Verbreiterung

[110] A Dufour, Sur un exemple de phenomène de Zeeman longitudinal positif pur dans les spectres d'émission des vapeurs C R **148** p 1311—1312 (1909) Zeeman-Effect an Bande

[111] H Finger, Ein Beitrag zur Kenntniss des Einflusses des Mediums auf die Linien in Funkenspectren Dissert Munster 1909 Zs f wiss Photogr **7** p 330—356, 369—392 (1909) Funke in Wasser

[112] E J Evans, The arc spectrum of iron λ 6855 to λ 7412 Astrophys J **29** p 157—163 (1909)

[113] A S King, On the separation in the magnetic field of some lines occurring as doublets and triplets in sun-spot spectra Astrophys J **29** p 76—83 (1909) Zeeman-Effect

[114] J M Eder und E Valenta, Wellenlangenmessungen im rothen Bezirke der Funkenspectren Wien Ber **118** IIa p 511—524 Rothe Funkenlinien von 6678—5859

Wenn man von den Beobachtungen Masson's [1] und Alter's [2] absieht die keine Bedeutung haben, hat Kirchhoff [3] zuerst das Spectrum des Eisens, und zwar des Funkens, gesehen und gemessen Die Nachfolger Robinson [5] und Miller [4] geben keine brauchbaren Resultate, wenn auch Miller zuerst das ultraviolette Spectrum photographiert Die zweite werthvolle Messung liefert Huggins [6], dann folgt Thalén, erst [9] mit

einer Zeichnung, dann [10] mit der ersten Messung nach Wellenlängen. Mitscherlich [8] verdampft das Chlorid oder Jodid in Wasserstoff und erhält von dem angezündeten Gase das Spectrum des „Oxyds", ebenso, wenn er Salze in die oxydirende Sauerstoffflamme bringt. Seine Abhandlung enthält eine Zeichnung des Spectrums. — Secchi [11] beschreibt oberflächlich das Bogenspectrum.

Lockyer [12] nimmt eine genauere Untersuchung vor, wobei die Photographie zu Hilfe genommen wird. Die Abhandlung enthält stark vergrösserte Photographieen kleiner Theile des Bogenspectrums, eine zeigt die verschiedene Länge der Linien sehr schön. Die weitere Untersuchung vieler Elemente für das Stück 400 bis 390 $\mu\mu$ führt dann Lockyer [18] wegen der benutzten ungenügenden Dispersion und den vielfachen scheinbaren Coincidenzen der Linien verschiedener Elemente zur Hypothese der Dissociirbarkeit des Eisens. Dass die Coincidenzen nur scheinbar sind, zeigen später speciell für Eisen Liveing und Dewar [23].

Lecoq de Boisbaudran [14] untersucht das Spectrum des Funkens nach Chloridlösung, und findet neben zahlreichen Banden auch Linien, deren Zahl mit der Stärke des Funkens zunimmt. Auch Ciamician [17] verwendet Funken nach Lösung; die nur in Zeichnung niedergelegten Resultate zeigen ebenfalls Banden. — Rand Capron [16] veröffentlicht Photographieen. Lockyer und Roberts [12] lassen Licht durch Eisendämpfe (?) gehen, finden schwache Absorption im Blau.

Cornu hat zuerst genauere Messungen im Ultraviolett vorgenommen, als er diesen Theil des Sonnenspectrums feststellen wollte, er fand, dass zu je kürzeren Wellenlängen man kommt, desto mehr das Sonnenspectrum ein reines Eisenspectrum wird [19, 22, 27]. Auch Liveing und Dewar haben sich vielfach mit Fe beschäftigt, theils [24] mit den Umkehrungserscheinungen, theils mit dem Auftreten von Linien in explodirenden Gasen, denen Metallstaub zugefügt ist [30], endlich mit der Messung der Wellenlängen im Ultraviolett [28]. Die Messungen gehen von 284 bis 216 $\mu\mu$, eine Tafel zeigt dieses Stück des Bogen- und Funkenspectrums, und demonstrirt recht deutlich, — ich glaube, zum ersten Mal, — den Unterschied der beiden Spectra. — Auch Hartley [25] veröffentlicht eine Photographie des Funkenspectrums.

Thalen [29] misst mit dem Auge das Bogenspectrum des Eisens im sichtbaren Theil. Kayser und Runge [32] photographiren das ganze Bogenspectrum mit Concavgitter und messen es aus, der rothe Theil wird mit dem Auge gemessen, ein photographischer Atlas, der von 660—226 $\mu\mu$ reicht, allerdings wegen ungenügender Gitter zum Theil recht dürftig ist, begleitet die Abhandlung. Die Arbeit hat den Zweck, das Eisenbogenspectrum als Normale für alle spectralen Messungen einzuführen, während man bis dahin immer das Sonnenspectrum in diesem Sinne benutzt hatte. — Die Messungen waren auf den älteren Werth der D-Linien von Rowland begründet, da er ihn kurz darauf verbessert, führen Kayser und Runge [33] eine neue

Messung einer Anzahl von Eisenlinien durch. — Auch Eder [38] veröffentlicht eine kleine Photographie des prismatischen Funkenspectrums. — Mc Clean [34, 36] hat stark vergrösserte Photographieen des Funkenspectrums von D bis H veröffentlicht, eine angebrachte Theilung lässt die Wellenlängen aber nur ungenau ablesen.

Mit Flammen beschäftigt sich zuerst Gouy [15], welcher ihnen verstaubte Salzlösungen zuführt und Unterschiede im Spectrum des inneren Conus und der Flammenspitze wahrnimmt. Dann findet Lockyer [31] in der Sauerstoff-Leuchtgasflamme eine Reihe von Linien und eine cannelirte Bande, deren Kante bis 6150 liegt. Eingehender beschäftigt sich Hartley [39] mit Flammen, die Knallgasflamme zeigt ihm Linien und Banden, die zwischen 593 und 554 liegen.

Schumann [35, 41] findet, dass Eisen auch im Gebiet der Schumannschen Wellen zahlreiche Linien zeige, die wohl bis zur photographirbaren Grenze, etwa 120 $\mu\mu$, gehen. — Parry und Tucker [20] wollen die Spectralanalyse zur Untersuchung von Eisen und Stahl verwenden, und stellen dazu die Spectra des Funkens nach Lösungen von zahlreichen Metallen fest. Später meint Parry [37] einen Beweis für die Dissociation des Eisens darin sehen zu sollen, dass wenn Eisen im Vacuum erhitzt wird, Wasserstoff frei wird, und wenn man Funken von erhitzten Eisenelectroden übergehen lässt, zuerst ein Mn Spectrum auftritt; das liegt natürlich nur daran, dass das Eisen durch Mn verunreinigt ist, und dass Mn viel leichter verdampft. — Becquerel [26] sieht nach der Phosphorescenzmethode einige Linien im Roth.

Lockyer [40] photographirt das Bogenspectrum zwischen den Grenzen 650 und 390 $\mu\mu$, gibt aber die Wellenlängen nur auf 0,1 A an. Er benutzt reinstes electrolytisches Eisen; wie wenig Zweck sogenannte chemische Reinheit für spectroscopische Zwecke hat, sieht man daraus, dass sich als Verunreinigung findet: sicher Mn, Ni, Cr, Co, Ba, Sr, Ca, Cu, Ti, Di, wahrscheinlich auch Zr, U, Ru, La, Er, Mo, Zn, V, W, Os, Al. — Rowland [42] misst bei Gelegenheit der Untersuchung des Sonnenspectrums die darin vorkommenden Eisenlinien. — Exner und Haschek [45, 63] bestimmen das ultraviolette Funkenspectrum, später [76] auch das Bogenspectrum.

Die Verschiebung der Bogenlinien durch Druck hat vielfache Untersuchung gefunden. Nachdem zuerst Mohler [43] einige Messungen gemacht hatte, vervollständigt Humphreys [44] dieselben. Er dehnt sie dann auf höhere Drucke aus, erst [82] bis 37, dann [93] bis 100 Atmosphären. Am sorgfältigsten sind aber die Beobachtungen von Duffield [96], welcher auch bis 100 Atmosphären geht, und interessante Resultate findet. Die Linien lassen sich in drei Gruppen theilen, deren Verschiebungen sich etwa wie 1 : 2 : 4 verhalten, daneben sind noch ein paar Linien vorhanden, deren Verschiebung durch 8 auszudrücken wäre. Mit Druckzunahme wächst die Intensität, aber es finden sich relative Unterschiede, dasselbe gilt von der Breite der Linien. Die Selbstumkehrung nimmt stark zu, aber nur bis etwa 25 Atm., dann nimmt

sie wieder ab Die umgekehrten Linien sind weniger verschoben, als die nicht umgekehrten Die Realitat der verschieden starken Verschiebung wird freilich durch eine Untersuchung von Fabry und Buisson [109] in Frage gestellt Sie hatten die Wellenlangen der Eisenlinien mit denen der entsprechenden Fraunhoferschen Linien verglichen und gefunden, dass die meisten Sonnenlinien eine gleich grosse Verschiebung, entsprechend 4—5 Atm Druck, besitzen, einzelne aber viel starker nach Roth, andere nach Violett verschoben sind Sie erklaren das durch unsymmetrische Verbreiterung, die eine Verschiebung vortauscht, und vergleichen den Bogen im Vacuum mit dem gewohnlichen und mit der Sonne Im Vacuum waren die Linien schwach, aber scharf, alle Anomalieen verschwinden, die Linien mit falscher Verschiebung nach Roth oder Violett sind also die, die sich unsymmetrisch nach Roth oder Violett verbreitern — Auch Petavel und Hutton [70] machen Versuche bei hoherem Druck Wichtiger aber ist ihre Arbeit wegen Anwendung niedrigen Druckes; sie finden, dass dabei eine Menge Linien verschwinden, das Spectrum sehr vereinfacht wird

Mit den verstarkten Linien (enhanced lines) des Eisens, d h den Linien, die im Funken relativ starker auftreten, als im Bogen, und die von Lockyer als Zeichen hoher Temperatur resp Dissociation aufgefasst werden, beschaftigt sich zuerst Lockyer [46, 52], dann folgt Lockyer und Baxandall [72], Reese [75], Baxandall [78], endlich wieder Lockyer [85] Diese Linien erscheinen aber in ganz neuem Licht, nachdem Buisson und Fabry [88, 103] und Duffield [102] gezeigt haben, dass sie auch im Bogen vorhanden sind, aber nur dicht an den Polen stark auftreten, und nachdem gar Hemsalech und de Watteville [105] bei der Untersuchung des Eisenspectrums in verschiedenen Flammen gefunden haben, dass sie in der kuhlsten Flamme relativ am zahlreichsten sind Die verstarkten Linien bezeichnet Lockyer als Proto-Fe

Hale und Adams [92] nennen enhanced lines im rothen Theil

Auch der Zeeman-Effect ist vielfach untersucht, meist freilich nur für ganz wenige Linien Zu nennen sind Becquerel und Deslandres (47), Ames, Earhart und Reese [48], Michelson [49], Zeeman [53], Reese [55], Hartmann [97] Einen neuen Anstoss erhalt die Untersuchung durch die Entdeckung von Hale [105a], dass in den Sonnenflecken ein Magnetfeld vorhanden ist, die Linien also Zeeman-Effect zeigen. In diesem Sinne untersucht King [113]

Wie andere Elemente zeigt auch das Eisen grosse Veranderlichkeit des Spectrums je nach den Erzeugungsarten des Spectrums Zuerst hat wohl Lockyer [18] solche Veranderungen bemerkt Fur den Funken ist der Einfluss der Selbstinduction, die viele Linien schwacht oder verschwinden lasst, andere erscheinen lasst oder starkt, zuerst von Hemsalech [51, 59a] untersucht worden, dann von Berndt [60] Eine sehr eingehende Untersuchung aller moglichen Veranderungen in der Erzeugung des Funkens liefert Ander-

son [87a], die Arbeit ist von einer grossen Anzahl merkwurdiger Photographieen begleitet, welche das verschiedene Aussehen des Spectrums sehr deutlich zeigen.

Zahlreiche solche Veranderungen treten auch auf, wenn man Funken unter Wasser untersucht, es zeigen sich starke Verbreiterungen, Verschiebungen, Umkehrungen, Aenderungen der relativen Intensitat Solche Beobachtungen sind wiederholt veroffentlicht, z. B. von Wilsing [52a], Konen [63a], Lockyer [63b], Hale [65], Hale und Kent [69a, 89], Finger [111]

Fur den Bogen liegen interessante Angaben von Buisson und Fabry [103] vor brennt man den Bogen mit 220 Volt und etwa 5 Amp, so gehen von beiden Polen Flammen aus, die sich in der Mitte vereinigen Sie setzen an kleinen leuchtenden Punkten geschmolzenen Eisens an, und zeigen in der Nahe dieser Punkte alle Funkenlinien (enhanced lines), die in den weiteren Theilen der Flammen fehlen Die Flammen sind auch von einander verschieden Die Flamme vom negativen Pol ist heller, als die andere, desto mehr, je langere Wellen man betrachtet, durch ein rothes Glas ist fast nur die negative Flamme sichtbar. Im Ultraviolett sind die Linien der negativen Flamme viel breiter und umgekehrt, wahrend in der positiven Flamme keine umgekehrten Linien auftreten. In ihrem [104] Atlas geben daher auch Buisson und Fabry die Spectra beider Flammen gesondert, und man sieht in der That theilweise recht erhebliche Unterschiede, z B bei 274 $\mu\mu$ — Buisson und Fabry [103] beobachten ferner, dass wenn man den Strom schwacht, Bogenlange und Spannung unverandert lasst, eine andere Art des Brennens eintritt, bei welcher der leuchtende Punkt und seine Flamme an der positiven Electrode verschwindet — Verunreinigungen machen sich nur in der negativen Flamme geltend

Andere Aenderungen treten auf, wenn man den Bogen in verschiedenen Gasen brennen lasst, Crew [58] benutzt Wasserstoff und findet, dass erstlich das ganze Spectrum erheblich geschwacht wird, ferner aber auch die einzelnen Linien verschieden beeinflusst werden Einige werden geschwacht, andere verstärkt, viele neue Linien treten auf, alle veranderten Linien sind auch im Funkenspectrum vorhanden Porter [64] untersucht auch Stickstoff, Sauerstoff, Ammoniak, findet ebenfalls Veranderungen, wenn auch nicht so starke — Dass auch der Druck einen erheblichen Einfluss ausubt, ist schon oben bei der Abhandlung von Petavel und Hutton [70] erwahnt — Crew und Spence [81] untersuchen einen Wechselstrombogen bei verschiedener Phase· bei der Phase 0, wo der Stern seine Richtung andert, zeigt das Spectrum etwa 300 Linien, die bis 270 $\mu\mu$ reichen Die Autoren sagen, dies sei das Flammenspectrum des Eisens, welches sich bei zunehmender Phase allmählich in das Bogenspectrum verwandle

King [77] wendet den electrischen Ofen an, findet, dass viele starke Linien fehlen, andere sehr geschwacht sind, wieder andere unverändert gegen den Bogen sind

Wieder andere Spectra entstehen bei electrolytischer Entladung, wie sie von von Bolton [69] und Moise [80] angewandt worden ist. Letzterer giebt eine lange Liste der auftretenden Linien zwischen 455 und 387 $\mu\mu$, und den Vergleich der Intensitäten in Bogen, Funken und Wehneltunterbrecher. Im ganzen ist mehr der Character des Bogenspectrums vorhanden, doch finden sich viele Abweichungen nach beiden Seiten. Bolton dagegen zeichnet auch Banden.

Nicht weniger veränderlich ist das Spectrum der Flamme je nach deren Natur und nach Art der Einführung des Eisens oder Eisensalzes. Die interessantesten Versuche danken wir Hemsalech und de Watteville [73, 99 bis 101, 105], welche in die Flamme dadurch Eisenstaub bringen, dass sie eins der zu verbrennenden Gase durch eine Kugel strömen lassen, in welcher ein Eisenbogen brennt oder Funken zwischen Eisenelectroden übergehen. Sie benutzen Gas-, Sauerstoff-, Knallgasflamme, und vergleichen die Intensitäten einzelner Linien in diesen Flammen und in Funken und Bogen. Das auffallendste Resultat ist, dass die enhanced lines am wenigsten in der Knallgasflamme, am zahlreichsten in der gewöhnlichen Bunsenflamme auftreten, dass das Spectrum bis zu sehr kurzen Wellenlängen reicht, dass sehr grosse Intensitätsunterschiede zwischen den verschiedenen Flammen vorhanden sind. — Auch Auerbach [106] macht dahin gehörende Versuche: nach seinen Angaben erhält man im Bunsenbrenner von Eisenchlorid zahlreiche Linien, im Luft-Gas-Gebläse gar nichts, im Sauerstoff-Gas-Gebläse wieder zahlreiche Linien, aber fast durchweg andere, als im ersten Fall.

Es sind noch eine Reihe messender Abhandlungen zu nennen. Eder und Valenta [54] geben eine schöne Photographie des Funken- und Bogenspectrums unterhalb 270 $\mu\mu$ und eine Messung des Funkenspectrums. Adeney [61] veröffentlicht eine Photographie des Funkenspectrums mit beigefügter Wellenlängenscala. Lohse [68] misst einen Theil des Funkenspectrums. Im Roth hatte zuerst Becquerel [26] drei Linien beobachtet. Lehmann [56, 66] photographirt und misst das Bogenspectrum von 869 bis 681. Die Aufnahmen geschehen mit Gitter und Linsen. Obgleich die Bestimmung der Wellenlängen aus Linien zweiter Ordnung ausgeführt wird, fällt sie sehr ungenau aus, offenbar, weil die ultrarothen der ersten und die ultravioletten Linien der zweiten Ordnung nicht gleichzeitig scharf durch die Linse abgebildet werden. Lord Blythwood und Scoble [87] photographiren den rothen Theil des Bogenspectrums mit Concavgitter, leider veröffentlichen sie nur eine Photographie, keine Messung. Hagenbach und Konen [83] geben in ihrem Atlas Photographieen des Bogen- und Funkenspectrums, daneben in Nr. 77 auch das Spectrum von Eisenchlorid in der Sauerstoffleuchtgasflamme; man sieht hier Andeutungen von Banden. Hale und Adams [92] photographiren einige Funkenlinien zwischen 607 und 666 $\mu\mu$. Kochen [94] photographirt und misst das Bogenspectrum mit grossem Rowlandgitter bis 759 $\mu\mu$, Evans liefert [112] eine Messung von 742 bis 685 $\mu\mu$, endlich messen Eder und

Valenta [114] das Funkenspectrum von 6678 bis 5859. Coblentz [86] giebt an, Fe zeige keine Linie über 1 μ, wohl aber ein continuirliches Spectrum.

Gramont [91] beschäftigt sich mit der Auffindung des Eisens in Mineralien. (Vergl. p. 17.) — Nachdem zuerst Ebert [71] auch an Eisenlinien anomale Dispersion bemerkt hat, wird die Untersuchung genauer von Puccianti [74, 79] und von Geisler [107] durchgeführt. — Nutting [84] untersucht die feinere Structur der Linien im Bogen, findet sie alle einfach.

Es sind schliesslich noch Arbeiten zu erwähnen, die sich mit dem absoluten Werth der Wellenlängen beschäftigen. Es war schon erwähnt, dass Kayser und Runge den Eisenbogen als Normalspectrum allen übrigen Messungen zu Grunde gelegt hatten, und diese Methode ist ziemlich allgemein acceptirt worden. Dabei hielt man sich theils an ihre Zahlen, die aber keine grössere Genauigkeit als etwa 0,05 A. beanspruchten, theils an die Messungen Rowland's im Sonnenspectrum, welche bis auf 0,01 A. genau sein sollten. Allmählich aber zeigte sich, dass die letztere Angabe unrichtig ist, viele einzelne Linien besassen erheblich grössere Fehler. Diese hat Kayser [57] durch zahlreiche Messungen im Normalspectrum und Ausgleich zu beseitigen gesucht, und eine Tabelle von standards veröffentlicht. Dann aber zeigten Fabry und Perot [59, 62], dass ausserdem im Rowlandschen System periodische Schwankungen vorkommen, die nach beiden Seiten bis zu etwa 0,02 A. gehen.

So war evident erwiesen, dass das Rowlandsche System den heutigen Ansprüchen, die wir dank den herrlichen Concavgittern Rowland's stellen können und nach denen eine Genauigkeit von etwa 0,005 A. für jede scharfe Linie sicher erreicht werden kann, nicht genügen. Auf der zweiten Zusammenkunft der International union for cooperation in solar research wurde beschlossen[1]), es solle 1) die Bestimmung der Wellenlänge der rothen Cd-Linie von Michelson wiederholt und sie allem Weiteren als Normale erster Ordnung zu Grunde gelegt werden, 2) an diese Linie sollen durch Interferenzmethoden Eisenlinien aus dem ganzen Spectrum als Normalen zweiter Ordnung angeschlossen werden, die nicht mehr als etwa 50 A. auseinander liegen und eine Genauigkeit von einigen Tausendsteln einer Ångströmschen Einheit haben, 3) sollen zwischen ihnen aus Gitterspectren eine genügende Anzahl von Eisenlinien interpolirt werden als Normalen dritter Ordnung, welche aber etwa die gleiche Genauigkeit erhalten können. Der zweite Schritt solle mindestens von zwei unabhängigen Beobachtern gemacht werden.

Der erste Schritt ist durch die vortreffliche Arbeit von Benoit, Fabry und Perot[2]) erledigt, die Wellenlänge der rothen Cd-Linie ist wohl bis auf 0,001 A. als gesichert zu betrachten. Der zweite Schritt ist zuerst von Fabry und Buisson [88] gemacht, welche eine Tabelle der verlangten Art zwischen

1) Trans. Internat. Union f. Sol. Res. 1. p. 230, 234, 238 (1906).

2) R. Benoît, Ch. Fabry et A. Perot, Nouvelle détermination du mètre en longueurs d'onde lumineuses. C. R. **144**. p. 1082—1086 (1907), Trans. Internat. Union f. Sol. Res. **2**. p. 109—137 (1907).

649 und 237 $\mu\mu$ geliefert haben Im Anschluss daran haben sie [104] auch einen Atlas des Eisenspectrums veröffentlicht, dessen Theilung auf den neuen Zahlen beruht Anfänge gleicher Bestimmungen haben Eversheim [90] und Pfund [94] geliefert Es wird abzuwarten sein, bis auch diese Beobachter vollständige Tabellen veröffentlichen, ehe man ein abschliessendes Urtheil über die erreichte Genauigkeit fallen kann, und ehe man den dritten Schritt machen kann [1])

Hartmann, welcher die Annahme der neuen absoluten Werthe bekämpft und sie statt dessen so wählen will, dass die Abweichungen von dem Rowlandschen System ein Minimum werden, hat [108] versucht, auf Grund der Zahlen von Fabry und Buisson allein schon Correcturen zu den Tabellen von Rowland und Kayser [57] zu berechnen Man wird zweckmässig seine Zahlen vorläufig benutzen

Das Eisenspectrum ist somit augenblicklich in einem Zustand der Umwälzung, wir wissen, dass alle bisherigen Zahlen falsch sind, können aber noch nichts Besseres an die Stelle setzen Da nun gerade beim Eisenspectrum den Wellenlängen eine besondere Bedeutung zukommt, weil sie als Normalen für die übrigen Spectra benutzt werden, so scheint es mir zwecklos, Messungen des Spectrums hier zu veröffentlichen, die vielleicht schon in einem Jahre ganz werthlos sind Ich werde vielmehr am Ende der Besprechung sämmtlicher Elemente solche Tabellen bringen, — ich zweifle nicht, dass bis dahin alle Schwierigkeiten überwunden sein werden

Ich gebe vorläufig nur die Tabelle der Normalen von Buisson und Fabry [88] und von Eversheim [1]), soweit dessen Messungen reichen

Buisson u Fabry	Eversheim
—	6945 223
—	6750 162
—	6678 008
—	6592 931
—	46 252
6494 994	6494 994
30 859	30 862
6393 612	6393 613
35 343	35 342
18 029	18 028
6265 147	—
30 732	6230 736
6191 569	6191 568
37 700	—
6065 493	6065 493
27 059	—
03 039	—
5952 739	—
34 683	—
5763 013	5763 013

Buisson u Fabry	Eversheim
5709 396	—
5658 835	5658 838
15 658	15 662
5586 770	5586 773
69 632	69 636
35 418	—
06 783	06 785
5497 521	5497 523
55 616	55 611
34 530	34 524
05 780	05 780
5371 498	5371 493
24 196	24 196
02 316	02 316
5266 568	—
32 958	5232 958
5192 362	—
—	5191 473
67 492	67 491
27 364	—

1) Inzwischen hat Eversheim die Messungen von 6945 bis 4282 beendet Die Arbeit wird in den Ann d Phys [4] **30** erscheinen

Buisson u. Fabry	Eversheim
5110 415	5110 414
5083 343	5083 346
49 827	49 827
12 072	12 074
01 880	01 885
4966 104	4966 105
19 006	19 007
03 324	03 327
4878 226	4878 224
59 756	59 758
4789 657	4789 658
36 785	—
07 287	07 292
—	4691 419
4678 855	—
47 437	47 441
02 944	02 948
4592 658	4592 658
47 854	47 853
31 155	—
—	28 622
4494 572	4494 571
66 554	66 557
27 314	27 313
4375 935	4375 934

Buisson u. Fabry	Eversheim
4352 741	4352 741
15 089	15 089
4282 407	4282 408
33 615	
4191 441	
47 677	
34 685	
18 552	
4076 641	
21 872	
3977 745	
35 818	
06 481	
3865 526	
43 261	
05 346	
3753 615	
24 379	
3677 628	
40 391	
06 681	
3556 879	
13 820	
3485 344	
45 155	

Buisson u. Fabry
3399 337
70 789
23 739
3271 003
25 790
3175 447
25 661
3075 725
30 152
2987 293
41 347
12 157
2874 176
51 800
13 290
2778.225
39 550
14 419
2679 065
28 296
2588 016
62 541
2413 310
2373 737

Bandenspectrum.

Dass das Eisen, oder sein Oxyd, ein Bandenspectrum liefert, ist zweifellos, aber es ist noch so gut wie unbekannt. Mitscherlich [8] hat das Chlorid und Jodid in Wasserstoff verdampft, das Gas dann brennen lassen, und giebt eine kleine Zeichnung des auftretenden Bandenspectrums. Dann veröffentlicht Lecoq de Boisbaudran [14] eine Zeichnung vom Spectrum des Funkens nach der Chloridlösung, welche im ganzen sichtbaren Spectrum eine Menge von Banden und Linien zeigt. Es sind zwar auch Messungen gegeben, da aber vielfach Mitten der Banden gemessen sind, da in sehr vielen Fällen an dieselbe Stelle eine starke Linie fällt, so kann man kein klares Bild über die Banden erhalten. — Auch Ciamician [17] giebt eine Zeichnung des erhaltenen Spectrums, welches Banden von etwa 641 bis 531 $\mu\mu$ zeigt. Dann theilt Lockyer [31] mit, in der Sauerstoff-Leuchtgasflamme trete eine cannelirte Bande bei 6150 auf.

Hartley [39] bringt Eisen, Stahl- und Eisensalze in die Knallgasflamme, findet Banden, die von 5927 bis 5689, von 5689 bis 5385 reichen und sich weiter bis etwa 340 $\mu\mu$ erstrecken. Auf der Photographie von Hagenbach und Konen [83, Nr. 77], welche Eisenchlorid in der Sauerstoff-Leuchtgasflamme zeigt, sieht man Spuren von Banden. — Auch die Zeichnung, welche

von Bolton [69] fur das Spectrum des Eisens giebt, das bei Electrolyse auftritt, zeigt Banden, wahrend Morse [80] im Wehneltunterbrecher keine Banden erwähnt Auch im Bogen sieht man bei stark exponirten Platten haufig, namentlich im langwelligen Theil den ganzen Grund mit einer Unzahl schwacher Linien bedeckt, die nicht vom Kohlegehalt des Eisens herruhren, da dann die Kanten der Kohlebanden sichtbar waren.

Lockyer und Roberts [13] beobachten bei Eisendampf schwache Absorption im Blau, vermuthlich wird sie mit den Banden in Beziehung stehen

Dufour (110) bestimmt die Wellenlange der Kante einer nach Roth abschattirten Bande zu 5789 7 Sie zeigt parallel den Kraftlinien Spaltung in zwei Componenten, deren Polarisationszustand aber gegenuber dem normalen vertauscht ist, so als ob das emittirende Theilchen positive Ladung hatte, senkrecht zu den Kraftlinien scheint ein gewohnliches Triplet zu entstehen

GALLIUM (Ga = 69.9)

Literatur

[1] Lecoq de Boisbaudran, Caractères chimiques et spectroscopiques d'un nouveau métal, le Gallium, decouvert dans une blende de la mine Pierrefitte, vallée d'Argelès (Pyrénées) C R **81** p 493—495 (1875)

[2] Lecoq de Boisbaudran, Sur le spectre du gallium C R **82** p 168 (1876).

[3] Lecoq de Boisbaudran, Sur les propriétés physiques du Gallium J de phys **5** p 277—279 (1876)

[4] Lecoq de Boisbaudran, Sur un nouveau métal, le Gallium Ann chim et phys (5) **10** p 100—141 (1877)

[5] B Delachanal et A Mermet, Bull soc chim **26** (1877)

[6] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours. Proc Roy Soc **28** p 471—475 (1879) Umkehrung

[7] J R Rydberg, Recherches sur la constitution des spectres d'emission des éléments chimiques Kgl Svenska Vet Akad Handl **23** No 11 (1890) Theoretische Berechnung des Spectrums

[8] Lecoq de Boisbaudran, Sur les spectres electriques du gallium C R **114** p 815—818 (1892) Funke nach Losung

[9] E Demarçay, Spectres electriques Paris 1895 Funke nach Losung

[10] W N Hartley and H Ramage, On the occurrence of the element Gallium in the clay-ironstone of the Cleveland district of Yorkshire Proc Roy Soc **60** p 35 37 (1896), Proc Roy Soc **60** p 393—407 (1896) Auffindung in Erzen

[11] F Exner u E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **108**, IIa p 1071—1121 (1899)

[12] W N Hartley, On the probable origin of some of the lines obtained in the spectra of stars and of the chromosphere Astrophys J **11** p 163—165 (1900) Vorkommen in Sternen und Sonne

[13] W N Hartley and H Ramage, Banded flame-spectra of metals Trans Roy Dublin Soc (2) **7** p 339—352 (1901) In Knallgasflamme

[14] W. N Hartley and H Ramage, The mineral constituents of dust and soot from various sources Proc Roy Soc **68** p 97—109 (1901) Weite Verbreitung

[15] H Ramage, A comparative study of the spectra, densities, and melting points of some groups of elements, and of the relation of properties to atomic mass Proc Roy Soc **70** p 1—26 (1901) Gesetzmassigkeit

[16] F Exner u E Haschek, Tabelle der Funkenspectra Wien 1902

[17] F Exner u. E Haschek, Tabelle der Bogenspectra Wien 1904

Lecoq gab bei der Mittheilung [1] uber die Entdeckung eines neuen Elementes, das er Ga nannte, an, es sei im Funkenspectrum durch eine Linie bei 417 und eine viel schwachere bei 404 characterisirt Sehr bald [2, 3, 4] theilte er genauer 4170 und 4031 mit, in der Flamme sei nur die erste Linie sichtbar — Delachanal und Mermet [5] finden 4171 und 4033. — Liveing und Dewar [6] sehen beide Linien umgekehrt, die zweite viel schwacher.

Rydberg [7] berechnet auf Grund seiner Formeln durch Analogie mit benachbarten Elementen das Spectrum des Ga, wegen des Interesses dieses Versuches werde ich in der Tabelle diese Linien anfuhren, neben denen, welchen sie vielleicht entsprechen

Dann misst Lecoq [7] die Linien, welche der Funke nach Chloridlosung mit und ohne Condensator zeigt, im ersten Falle ist ein Band von 5090 4 bis 4955.0, Max bei 5023 3, sichtbar, welches Lecoq dem Oxyd zuschreibt Demarçay [9] sieht auf gleiche Weise nur die beiden Hauptlinien

Hartley und Ramage [10] finden in der Flamme des Bessemer-Processes eine Linie bis 4171 5, die von Ga stamme, die analytisch aus den Erzen abgeschiedenen Pıoducte zeigen daneben auch noch 4032 7 — Dann weist Hartley [11] darauf hin, dass eine Linie 4172, welche Lockyer vielfach in Sternen gefunden hat und dem Fe zuschrieb, wahrscheinlich Ga sei, dass auch die zweite Linie sich finde, und dass sie wahrscheinlich auch im Spectrum der Chromosphare beobachtet seien Uebıigens fuhıt Rowland in seinem Verzeichniss der Fıaunhoferschen Linien eine Linie bei 4171 854 an, deren Ursprung ihm zweifelhaft ist, er sagt, sie konne zu La, Mn, Ni, Fe, Al, Si gehoren, in dieser Gegend liegt auch die Ga-Linie, aber er konne deren Lage nicht bestimmen, da ihm Ga fehle — Hartley und Ramage finden bald die ausserordentlich weite Verbreitung von Ga, wenn auch nur in Spuren, in zahlreichen Erzen, Russ, Staub kann es spectroscopisch nachgewiesen werden [13]

Dann messen Exneı und Haschek [11, 16] das Funkenspectıum, spater [17] auch das Bogenspectıum, und finden eine Anzahl neuer Linien, die vielleicht den von Rydbeıg berechneten entsprechen

Endlich unteısuchen Haıtley und Ramage [14] das Spectrum in der Knallgasflamme und veroffentlichen die Photographie Banden sind nicht vorhanden, sondern nur einige Linien Sie weıden hier nicht gemessen, die Wellenlängen finden sich aber in einer Abhandlung von Ramage [15], der dort auch noch 5 Linien angiebt, die sich auf Photogıaphieen des Funkenspectrums von Liveing fanden

Alles in Allem ist das Spectrum des Ga noch so gut wie unbekannt

	Lecoq (8) Funke	Rydberg
1 N I 1	—	6761 9
1 N II 1	6452 7	6428 8
	6412 4	
	6392 3	
	6326 7	
	5994 9	
	5851 5	
	5801 4	
	5428 9	

	Lecoq (8) Funke	Exner u. Haschek (16) Funke		(17) Bogen		Ramage (15) Flamme, Funke	Rydberg
	5369 5						—
	5339 7						—
	5212 6						—
	4993 3						—
	4864 6						—
	4382 2						—
	4255 8 d						—
2 N I 2	4170 4	4172 25	20r	4172 22	30R	4171 21	4189 5
		4085 45	1	—		—	—
		79 2	1 u	—		—	—
		51 18	1	—		—	—
2 N II 2		33 19	10r	4033 18	30R	4033 13	4048 5
		3710 46	1	—		—	—
		07 40	1	—		—	—
		06 5	1	—		—	—
		03 00	1	—		—	—
		—		3020 61	3	—	—
		2944 31	1	2944 29	5R	2943	—
1 N I 2		43 81	2	43 77	10R	2942	2965 9
1 N II 2		2874 32	2	2874 35	10R	2873	2894 5
2 N I 3		2780 28	1	—		2780	2747 2
2 N II 3		—		2719 76	3	2718	2685 8
		—		2659 94	2	—	
1 N I 3		—		2500 27	2R	2496 u	2504 9
		2481 1	1	—		—	
1 N II 3		—		2450 18	2R	2447 u	2453 8
2 N I 4		—		—		—	2436 1
2 N II 4		—		—		—	2387 7

GADOLINIUM (Gd = 157 3)

Literatur

[1] Lecoq de Boisbaudran, Le Yα de M de Marignac est définitivement nomme gadolinium C R **102** p 902 (1886) Benennung, Zeichnung des Spectrums Siehe auch C R **108** p 165—168 (1889)

[2] Lecoq de Boisbaudran, Spectre electrique du chlorure de gadolinium C R **111** p 472—474 (1890) Funke nach Lösung, giebt Banden und Linien

[3] E Demarçay, Sur un nouvel elément contenu dans les terres rares voisines du samarium C R **122** p 728—730 (1896) Hauptlinien

[4] F Exner u E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **109** IIa p 103—269 (1900)

[5] E Demarçay, Sur le gadolinium C R **131** p 343—345 (1900) Funkenspectrum

[6] F Exner u E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **110**, IIa p 557—577 (1901)

[7] F Exner u E Haschek, Tabellen der Funkenspectra Wien 1902

[8] F Exner u E Haschek, Tabellen der Bogenspectra Wien 1904

[9] G Eberhard, Spectroscopische Untersuchungder Terbiumpräparate von Dr G Urbain Berl Ber 1906, I p 384—404, ausfuhrlicher Zs f wiss Photogr **4** p 137—159 (1906)

[10] G Urbain, Recherches sur les terres rares J de chim phys **4** p 31—66, 105—122, 232—260, 321—357 (1906)

In den ersten der oben genannten Abhandlungen theilt Lecoq [1] mit, dass er das von Marignac provisorisch mit Ya bezeichnete Element Gadolinium benannt habe, und legt der Academie eine Zeichnung des Spectrums vor In der zweiten Abhandlung [2] theilt er mit, ein gewohnlicher Inductionsapparat mit dunndrahtiger Secundarrolle erzeuge beim Funken nach der Chloridlosung ein prachtvolles Bandenspectrum, ebenso eine dickdrahtige Secundarspule nach Demarçay bei langerem Funken, wahrend sie bei sehr kurzem Funken ein Linienspectrum zeige Er giebt dann eine Messung des ersteren Spectrums — Um die Reindarstellung des Gadoliniums hat sich dann spater namentlich Demarçay (3, 5) verdient gemacht, und erst eine Liste der Hauptlinien, dann eine ausfuhrlichere des Funkenspectrums veroffentlicht — Exner und Haschek [4, 6, 7] veroffentlichen Tabellen des Funkenspectrums, erhalten aus Nitrat, das Dr Haitinger hergestellt hatte, dann [8] das Bogenspectrum mit Material von Demarçay Endlich giebt auch Eberhard [9] eine Liste von Gd-Linien im Bogen mit Material von Urbain [10], wobei er die Zahlen von Exner und Haschek zu Grunde legt

In der folgenden Tabelle lasse ich alle Linien von Exner und Haschek, die mit 1 bezeichnet sind, fort, aus dem gleichen Grunde, wie in anderen Fallen fur Erkennung des Elements kommen diese Linien nicht in Betracht, Die Tabellen werden sehr verkurzt, — im Funkenspectrum sind 1150 Linien,

im Bogenspectrum 887 vorhanden —, bei den schwachen Linien ist die Zugehörigkeit zu Gd nicht sicher Exner und Haschek selbst vermuthen Verunreinigung durch ein unbekanntes Element, das sie X_3 nennen, und schreiben ihm eine Anzahl der beobachteten Linien zu; auch alle diese lasse ich fort.

Lecoq giebt an, dass auf dem Bandenspectrum einzelne Linien liegen, das ist die einzige Angabe, die für den langwelligen Theil vorliegt Er nennt

6233, 5723, 5705, 5686, 5669, 4929, 4908, 4888, 4633, 4617

Exner u (8) Bogen	Haschek (7) Funke	Demarçay (5) Funke
	4732 81 2	—
	28 70 2	—
4601 25 4	4601 27 3	—
4599 09 3	4599 10 1	—
98 10 3	98 10 3	—
97 19 3	97 19 3	—
83 25 2	83 26 1	4583 7
82 72 3	82 75 3	—
82 60 2	82 62 2	—
81 49 2	—	—
81 30 2	—	—
79 85 2	—	—
58 26 3	58 30 2	—
42 19 2	42 22 1	—
40 18 2	40 22 5	—
37 96 4	—	4522 7
23 00 3	23 04 3	—
22 12 1	22 15 3	—
20 24 1	20 26 2	—
19 80 4	19 81 2	—
14 67 3	14 70 4	—
06 49 3	06 52 3	—
06 37 3	—	—
4498 43 3	4498 45 1	—
97 28 3	97 31 1	—
87 05 2	87 08 1	—
86 51 1	86 55 3	—
83 49 4	83 52 4	—
81 23 4	—	—
78 95 3	78 96 4	—
76 29 4	76 30 2	—
74 29 3	74 31 2	—
71 45 3	71 48 3	—
67 33 2	67 30 2	—
67 23 3	—	—
66 71 4	66 72 4	—
64 90 2	64 92 1	—
46 65 2	46 66 2	—
38 41 3	38 43 4	—
36 38 3	36 40 5	—
30 82 5	30 80 2	—

Exner u (8) Bogen	Haschek (7) Funke	Demarçay (5) Funke
4422 62 6	4422 60 2	—
21 45 3	21 43 4	—
19 20 4	19 20 4	—
14 90 3	14 92 2	—
14 32 4	14 33 2	—
11 31 3	11 34 1	—
09 40 2	—	—
08 41 4	08 44 4	—
06 82 3	06 88 5	—
03 30 4	03 31 2	—
02 02 5	02 04 2	—
4397 66 3	4397 69 4	—
92 22 2	92 25 1	—
91 61 2	91 65 5	—
91 12 3	91 15 4	—
87 81 3	87 86 3	—
83 30 2	83 31 3	—
82 25 2	82 25 2	—
80 82 2	80 86 3	—
78 70 2	—	—
73 99 4	74 02 2	—
70 33 2	—	—
69 91 5	69 97 4	—
69 30 2	69 36 1	—
61 07 3	61 12 3	—
54 20 1	54 27 2	—
47 42 3	47 51 3	—
46 78 4	46 75 2	—
46 60 5	46 63 3	4346 8 10
42 35 10	42 39 10	42 3 9
41 43 5	41 48 5	—
30 73 3	30 80 4	—
29 72 2	29 76 1	—
27 29 10	27 30 5	—
25 83 10	25 80 3	—
24 21 2	24 24 2	—
22 35 2	22 38 2	—
21 30 5d	21 30 3	—
20 66 2	20 71 1	—
16 39 3	16 40 2	—
16 20 5	16 20 3	4316 5 6

Exner u Haschek (8) Bogen		(7) Funke		Demarçay (5) Funke	
4314 54	3	4314 58	1	—	
14 00	5	14 01	2	—	
09 46	2	-		—	
06 49	4	06 51	2	—	
05 04	3	05 06	3	—	
4299 45	2	—		—	
97 31	3	4297 34	4	—	
96 46	3	96 50	3	—	
96 22	5	96 24	4	4296 8	10
90 03	1	90 06	2	—	
86 26	2	86 30	1	—	
—		80 79	3	—	
80 69	8	80 68	5	4281 1	9
74 32	2	74 35	1	—	
68 89	3	68 90	3	—	
67 15	3	—		—	
66 75	3	—		—	
62 24	10	62 30	10	4262 9	11
60 25	3	60 30	1	—	
53 76	5	53 80	5	—	
53 50	5	53 54	4	—	
51 90	10	51 94	10	4252 7	8
46 70	3	46 72	3	—	
44 00	2	44 00	3	—	
41 45	1	41 44	2	—	
38 97	4	38 95	4	4239 8	7
—		36 06	2	—	
29.94	3	29 96	4	4230 9	6
27 27	3	27 31	2	—	
26 02	8	26 04	3	—	
25 26	5	25 33	3	—	
17 31	5	17 35	5	4218 4	7
15 13	6	15 19	5	16 2	7
12 16	8	12 20	5	13 0	8
05 00	5	05 05	3u?	05 8	7
02 65	2	02 66	2	—	
4197 82	4	4197 84	5	4198 6	8
97 21	3	97 24	3	—	
91 75	2	91 85	1	—	
91 21	4	91 30	3	91 8	8
90 90	4	90 98	2	—	
88 20	2	88 25	2	—	
84 48	10	84 48	10	84 8	10
75 73	5	75 71	2	76 2	6
73 73	3	73 75	2	—	
71 86	2	71 90	1	—	
70 27	2	70 29	2	—	
67 35	2	67 35	1	—	
62 88	4	62 91	3	63 3	6

Exner u Haschek (8) Bogen		(7) Funke		Demarçay (5) Funke		
4155 03	2	4155 02	2	4155 3	6	
53 69	2	53 67	2	—		
52 50	1 u	52 45	2	—		
51 80	1	51 81	2	—		
50 81	1 u	50 75	2	—		
49 00	2	—		—		
40 60	2	40 64	2	40 9	6	
37 26	5	37 25	7	37 3	8	
32 45	6	32 44	5	32 4	10	
31 65	3	31 64	3	—		
30 59	15	30 55	10	30 3	11	
27 83	1	27 86	2	—		
23 16	1	23 16	2	—		
19 54	2	—		—		
15 54	1	15 51	2	—		
11 92	2	11 91	2	—		
11 60	4	11 58	4	11 6	7	
10 79	2	10 75	3	—		
08 55	1	08 55	2	—		
00 42	3	00 41	1	—		
4099 08	5	4099 05	4	—		
98 80	10	98 78	6	4098 6	13	
94 66	4	94 61	3	93 8	6	
92 89	4	—		—		
90 58	3	90 56	1	—		
87 85	3	87 81	4	87 7	6	
85 73	10	85 75	8	85 7	9	
83 87	2	83 85	1	—		
78 87	6	78 86	3	—		
78 60	6	78 60	4	78 3	10	
73 99	10	73 95	7 r	73 7	10	
73 40	4	73 35	4	—		
70 51	10	70 49	5	70 4	8	
68 51	2	—		—		
63 62	20d	63 74	3	63 4	9	1)
—		63 54	5	—		
62 78	4	62 75	6	—		
61 47	2	61 46	3	—		
60 05	2	60 04	1	—		
59 55	2	59 54	3	—		
58 40	4	58 40	3	58 2	6	
54 89	3	54 90	2	—		
53 82	5	53 80	3	53 7	9	
53 48	5	53 45	5	—		
50 05	10	50 08	6	49 8	12	
49 59	8	49 60	4	—		
48 73	2	48 75	2	—		
47 95	2	47 96	2	—		
46 97	3	46 99	3	—		

1) Eberhard misst im Bogen die Linien einzeln 4063 76 und 4063 54.

Exner u. Haschek (8) Bogen		Exner u. Haschek (7) Funke		Demarçay (5) Funke		
4045 26	2	4045 31	2	—		
45 16	3	45 20	1	—		
39.80	3	39 82	2	4039 7	8	
38 03	8	38 10	5	—		
37.49	10	37 51	6	37 6	9	
33 65	3	33 65	1	—		
31 02	3	31 03	1	—		
28 30	3	28 30	1	28 2	7	
23 48	3	23 49	2	23 4	6	
23 28	3	23 30	2	—		
22 48	3	22 50	3	—		
—		—		13 9	7	2)
09 35	2	09 36	2	—		
09 06	3	09 03	3	09 1	8	
05 07	3	05 08	3	05 2	7	
03 99	1	04 00	2	—		
01 40	3	01 42	3	01 6	6	
3997 94	3	3997 94	3	—		
96 50	5	96 50	5	—		
94 36	4	94 36	3	3994 4	6	
93 40	3	93 39	2	—		
87 96	2	87 98	1	—		
87 38	3	87 36	3	87 9	6	
83 17	2	83 20	2	—		
79 49	3	79 48	1	—		
75 28	1	75 26	2	—		
74 17	4	74 18	3	74 7	6	
72 86	2	72 90	1	—		
—		72 1	2u	—		
71 91	4	71 94	3	—		
71 24	2	71 25	2	—		
69 45	2	—		—		
69 15	2	—		—		
66 45	2	66 44	1	—		
63 81	2	63 81	3	—		
59 65	6	59 69	6	59 9	10	
57 83	6	57 85	5	58 0	9	
53 51	2	53 53	1	—		
52 14	3	52 15	3	—		
49 38	1	49 36	2	—		
45 66	3	45 66	2	—		
—		44 82	2	—		
42 78	2	42 79	1	—		
39 12	1	39 12	2	—		
38 26	1	38 26	2	—		
34 95	6	34 99	3	—		
23 43	4	23 46	3	—		
16 70	10	16 70	8	16 7	10	
02 75	5	02 54	4	02 6	8	

Exner u. Haschek (8) Bogen		Exner u. Haschek (7) Funke		Demarçay (5) Funke	
3895 93	4	3895 95	3	3896 1	9
95 39	2	95 40	2	—	
94 88	8	94 89	4	95 0	9
75 47	2	—		—	
67 13	2	—		67 3	7
—		64 67	2	—	
—		64 18	2	—	
63 20	2	63 18	3	63 2	6
55 72	4	55 72	3	—	
52 65	10	52 65	8	52 6	11
51 15	8	51 14	5	—	
50 85	8	50 85	4	—	
44 70	4	44 75	4	44 8	9
42 32	3	42 40	5	42 5	9
39 76	3	—		40 0	8
37 05	3	37 09	4	37 3	7
36 66	3	36 65	2	—	
35 13	2	35 12	3	35 2	7
33 15	2	33 15	1	—	
27 46	2	27 46	2	27 6	6
26 19	2	26 23	2	—	
25 17	1	25 17	2	—	
—		22 40	2d	—	
—		20 95	2	—	
—		17 83	2	—	
16 78	3	16 79	3	17 0	6
14.94	2	14 93	3	—	
14 18	10	14 13	6	14 2	10
11 51	2	—		—	
—		07 76	2	—	
05 69	3	05 70	3	05 6	9
05 26	2	05 23	2	—	
3796 62	10	3796 58	10	3796 8	11
92 52	2	92 54	3	92 8	8
91 31	4	91 32	4	91 5	8
90 77	1	90 79	2	—	
87 70	4	87 71	4	88 1	8
—		83 94	2d	—	
83 22	4	83 20	3	82 7	9
82 51	4	82 51	12	—	
74 46	2	—		—	
71 37	1	71 37	2	—	
70 86	4	70 86	6	71 2	9
69 59	4	69 59	3	—	
68 60	20	68 54	20	68 9	11
67 21	5	67 18	3	—	
64 75	2	64 75	2	—	
64 36	3	64 38	4	64 8	7
63 48	2	63 48	2	—	

2) Nach Exner und Haschek [8] gehört diese Linie zu χ 3

Exner u Haschek (8) Bogen		Exner u Haschek (7) Funke		Demarçay (5) Funke	
3763 15	2	3763 15	1	—	
62 38	3	62 39	1	—	
61 10	3	61 12	3	3761 3	6
60 86	3	60 85	3	—	
59 18	4	59 17	3	—	
58 46	5	58 50	4	—	
58 11	3	58 10	1	—	
57 87	2	57 88	3	—	
55 69	1	55 68	2	—	
—		48 99	2	—	
46 57	1	46 59	2	—	
44 98	2	44 98	1	—	
43 68	10	43 60	10	44 0	10
42 05	1	42 06	2	—	
39 90	2	39 86	1	40 6	7
33 22	3	33 21	3	33 6	7
32 61	2	—		—	
—		32 00	2	—	
31 01	5	31 01	5	31 4	7
—		26 49	2	—	
25 63	3	25 61	3	—	
23 84	1	23 85	2	—	
22 24	3	22 21	2	—	
19 63	10	19 62	10	19 9	9
17 60	4	17 62	2	—	
16.52	5	16 52	4	—	
13 71	3	13 72	2	—	
12 88	8	12 89	10	13 1	8
3699 90	4	3699 89	5	—	
97 89	5	97 90	5	3698 1	7
96 90	2	96 90	3	—	
94 17	2	94 17	2	—	
87 90	5	87 90	5	—	
86 49	3	86 47	4	—	
84 29	3	84 26	2	—	
82 90	1	82 91	2	—	
—		76 52	2	—	
71 39	10	71 39	8	71 4	7
68 46	1	68 45	2	—	
64 78	8	64 76	15	64 7	10
61 82	1	61 81	2	62 4	6
56 31	8	56 32	8	56 3	8
54 78	8	54 79	8	54 7	8
52 69	3	52 71	4	—	
51 33	2	51 33	3	51 1	6
49 56	2	49 59	2	—	
48 60	2	—		—	
46 36	15	46 32	12	46 3	11
45 75	4	45 76	4	—	
41 51	3	41 53	3	—	
40 32	3	40.35	2	—	
3639 16	2	3639 20	3	—	
34 91	3	34 90	3	3634 6	6
29 66	2	29 66	3	—	
26 50	2	26 51	2	—	
25 37	2	25 43	2	—	
25 02	2	25 05	3	24 9	6
20 61	3	20 59	3	—	
17 32	3	17 29	4	17 1	6
14 56	2	—		—	
14 33	2	14 36	1	—	
13 58	5	13 58	4	13 4	6
11 03	3	11 10	3	—	
10 89	4	10 93	1	10 9	7
08 87	4	08 92	5	08 8	6
07 21	2	07 26	3	—	
05 76	3	05 82	2	—	
05 35	3	05 41	3	—	
05 00	4	05 03	1	—	
02 15	1	02 11	2?	—	
01 11	3	01 11	3	00 9	6
3593 56	2	3593 59	2	—	
92 85	6	92 85	8	3592 6	7
92 05	2	92 06	1	—	
91 56	2	91 57	1	—	
90 60	4	90.61	4	—	
87 28	2	87 30	1	—	
85 12	10	85 10	10	84 9	9
82 06	5	82 06	5	81 8	7
80 76	2	—		—	
79 68	2	79 67	2	—	
78 48	3	78 46	3	78 3	6
76 86	2	76 90	1	—	
74 83	3	74 86	3	74 7	6
72.07	4	72 09	3	71 8	6
67 30	1	67 30	2	—	
64 75	1	64 76	2	—	
64 19	2	64 20	2	—	
58 59	4	58 66	2	—	
58 32	4	58 32	4	58 2	7
57 22	5	57 21	5	57 0	7
49 52	10	49 51	10	49 3	10
45 94	10	45 95	10	45 7	10
42 90	4	42 94	4	42 6	6
37 24	2	37 28	2	—	
28 67	3	28 67	3	—	
24 37	5	24 35	3	—	
13 80	2	—		11 7	9
12 66	4	12 69	4		
12 38	4	12 41	3		
05 68	5	05 70	5		
3494 57	6	3494 60	5		

30*

Exner u Haschek (8) Bogen		(7) Funke	
3492 10	6	3492 11	3
91 85	1	91 90	2
86 34	2	86 34	2
82 78	3	82 75	3
82 00	6	81 99	5
81 49	8	81 48	8
73 41	5	73 39	4
69 13	5	69 12	5
68 22	2	68 22	1
67 43	5	67 42	5
67 09	3	67 09	2
64 24	3	64 26	2
64 10	3	64 13	4
63 14	3	63 15	2
57 17	2	57 20	2
55 03	4	55 04	3
54 30	3	54 29	3
51 40	4	51 40	3
50 52	6	50 55	6
49 74	3	49 75	2
41 92	2	41 93	1
40 13	8	40 15	6
39 93	3	39 94	3
39 37	8	39 38	5
33 18	5	33 16	4
31 13	1	31 13	2
26 46	2	26 50	2
26 08	3	26 09	2
24 73	5	—	
24 07	5	24 09	3
22 62	10	22 65	15
18 87	8	18 87	4
17 09	6	17 08	4
13 40	2	13 43	2
09 42	2	09 43	2
07 75	5	07 73	5
02 20	3	02 21	4
01 20	3	01 22	1
00 12	3	00 13	3
3399 53	2	—	
95 27	3	3395 28	4
93 76	2	93 76	2
92 70	5	92 67	3
80 67	2	80 70	2
79 87	2	79 90	2
74 82	2	74 85	1
65 72	2	65 74	1
64 36	2	64 41	1
62 40	8	62 41	10
60 86	3	60 86	3
58 77	8	58 80	8

Exner u Haschek (8) Bogen		(7) Funke	
3358 57	2	3358 60	2
50 63	8	50 66	10
50 21	2	50 24	2
46 15	4	46 10	3
36 34	4	36 31	4
32 30	3	32 30	4
31 59	5	31 53	4
30 50	3	30 49	3
29 47	2	29 47	2
20 58	2	20 59	2
15 74	2	15 74	1
13 89	2	13 89	2?
3294 21	2	—	
92 35	3	3292 38	3
91 60	2	—	
82 40	2	82 47	2?
81 75	2	81 76	2
79 63	1	79 67	2
71 87	2	—	
68 45	2	68 47	1
67 77	2	—	
66 86	2	—	
59 39	1	59 40	2
50 32	1	50 35	2
42 43	1	42 45	2?
26 44	2	26 45	2
25 57	2	25 62	1
23 90	3	23 90	1
15 41	2	15 40	1
3187 21	1	3187 23	2
—		76 76	2
61 49	4	—	
60 83	2	60 82	1
46 99	3	47 00	3
45 62	4	45 64	3
45 15	6	45 10	4
43 29	3	43 25	2
43 03	2	43 01	1
35 20	3	35 15	1
34 00	3	33 95	3
33 25	2	33 23	1
30 95	2	30 93	1
30 11	2	30 06	1
28 70	2	28 65	2
24 46	2	—	
24 16	3	24 12	2
20 09	3	20 04	2
19 16	2	19 20	1
18 72	2	18 72	1
18 07	1	18 11	5
08 48	2	08 47	2

Exner u Haschek (8) Bogen		(7) Funke	
3102 69	4	3102 69	4
01 30	2	01 30	1
00 66	10	00 63	8
3099 01	3	3099 04	1
98 75	4	98 75	2
92 15	2	92 17	1
90 10	3	90 08	3
82.15	10	82 11	6
77 21	3	77 12	2
77 08	3	77 04	3
72 74	3	72 70	4
68 80	4	68 77	4
34 20	8	34 17	6
33 00	8	32 98	7
27 74	8	27 71	6
12 30	2	12 32	1
10 30	6	10 26	6
2999 20	5	2999 15	4
80 30	3	80 29	3
55 69	1	55 62	10
10 65	2	10 65	1
05 43	3	05 45	3
—		04 84	10
2885 70	1	2885 73	2
81 45	2	81 46	3
40 34	2	40 36	3
33 97	1	33 96	2
33 86	2	33 88	2
09 83	3	09 81	4
2797 06	3	2797 05	4
92 10	2	92 08	2
—		90 99	2
81 54	2	81 54	3
70 29	2	70 29	2
69 93	2	69 93	2
64 16	2	64 19	3
—		17 40	8
—		03 35	2
—		03 00	2
—		2692 95	2
—		79 51	8
—		55 69	6
—		28 22	10
—		09 87	2
—		2588 59	2
—		88 34	2
—		83 74	3
—		73 70	4
—		66 09	3
—		64 60	5
—		54 17	3

Exner u Haschek (8) Bogen		(7) Funke	
—		2554 00	4
—		51 70	2
—		20 48	2
2488 88	1	2488 84	2
—		71 70	2
68 32	1	68 34	2
		66 93	2
		2362 05	3
		39 10	3
		29 48	3
		23 93	3
		07 19	2
		2224 09	3

Bandenspectrum.

Ein solches ist, wie schon bemerkt, nur von Lecoq [2] im Funken nach Chloridlösung gesehen und dem Oxyd zugeschrieben worden Die Banden sind nach Roth abschattirt Lecoq gibt folgende Zahlen

590 —630, Band mit vielen äquidistanten Linien
578 —588, Band mit mehreren Linien
567 —574, darauf bei 5698 Mitte eines unscharfen Bandes
527 —558
5101—520
4888—498
4793—487
4617—470
4467—459
4367—443

GERMANIUM (Ge = 72 5)

Literatur

[1] Cl Winkler, Mittheilungen uber das Germanium Zs f pract Chem (2) **34** p 177—229 (1886) Entdeckung.

[2] G Kobb, Ueber das Spectrum des Germaniums Wiedem Ann **29** p 670—671 (1886)

[3] Lecoq de Boisbaudran, Sur le poids atomique et sur le spectre de germanium C R **102** p 1291—1295 (1886) Berechnung des Atomgewichts aus Spectrum

[4] H A Rowland and R Tatnall, The arc spectra of elements Astrophys J **1** p 149—153 (1895) Bogenspectrum, λ 460—230

[5] A de Gramont, Analyse spectrale directe des minéraux Paris bei Baudry & Co 1895

[6] W J Humphreys, Changes in the wave-frequencies of the lines of emission . Astrophys J **6** p 169—232 (1897) Druckverschiebung

[7] F Exner u E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **108,** IIa p 1071—1121 (1899)

[8] W N Hartley and H Ramage, Banded flame-spectra of metals Trans Roy Dublin Soc (2) **7** p 339—352 (1901) Banden.

[9] F Exner u E Haschek, Tabellen der Funkenspectra. Wien 1902

[10] A de Gramont, Sur les modifications apportés par la self-induction à quelques spectres de dissociation C R **134** p 1205—1207 (1902)

[11] F Exner u E Haschek, Tabellen der Bogenspectra Wien 1904

[12] A de Gramont, Sur les raies ultimes ou de grande sensibilité des métaux dans les spectres de dissociation C R **144** p 1101—1104 (1907) Hauptlinien

Nachdem Winkler [1] das Germanium entdeckt hatte, untersuchte Kobb [2] das Funkenspectrum im sichtbaren Theil. Lecoq [3] beobachtet zwei Hauptlinien und will durch Vergleich der Lage derselben mit den Spectren verwandter Elemente das Atomgewicht berechnen, zufallig trifft er das Richtige (vergl Bd II, p. 582) Dann messen Rowland und Tatnall [4] das ultraviolette Bogenspectrum, das sie aus Argyrodit herstellen, einem Mineral, welches etwa 7 Proc Ge enthalt Gramont [5] erhalt aus demselben Mineral das sichtbare Funkenspectrum — Ferner messen Exner und Haschek zuerst das Funkenspectrum [7, 9], dann das Bogenspectrum [11] mit Material von Winkler

Humphreys [6] bestimmt an den drei Linien 4226, 3269, 3039 den Einfluss des Druckes, die Verschiebung betrug etwa 0,003 A pro Atmosphäre. — Gramont [10] findet, dass die Funkenlinien durch Selbstinduction sehr stark geschwacht werden, dann theilt er mit [12], dass bei abnehmender Menge von Ge am langsten 3039 und 2651 ubrig bleiben.

Hartley und Ramage [8] geben an, sie hatten von Ge in der Knallgasflamme sehr schwache Banden erhalten Messungen werden nicht gegeben

Rowland u Tatnall (4) Bogen		Exner u Haschek (11) Bogen		Kobb (2) Funke	Gramont (5) Funke	Exner u Haschek (9) Funke	
				6336	6366		
				6020 s stark	6020		
				5892 s stark	5890		
				5255 5	—		
				5228 5	—		
				5177 5 u	5177		
				5134	5136		
				5131 u	5131		
				4813 u	4813		
				4742 u	4742 ?	4744 0	2
				4684 5 schwach	4685	4686 09	10 r
				—	—	02 35	1
				4291 schwach, u	—	4291 72	3 u
				4260 5 „	—	60 97	10
4226 724	7			4225 5	4226	26 76	50 r
—				4178 u	—	4179 20	20
—						4099 9	1
—						88 3	1
—						74 51	1 ?
—						08 93	1 ?
—						3938 0	1
—						3883 4	1
—						45 67	1 ?
—						3798 43	1 ?
3626 202	4 u					—	
3269 628	60	3269 62	20			3269 70	10 r
—		—				55 6	2
3124 945	25	3124 97	10			3124 98	5
—		—				3086 18	1 u
3067 138	7	—				67 18	1
39 198	100R	3039 22	50			39 20	20R
—		—				2845 5	4
—		—				31 9	3
2829 102	15	2829 11	3			29 09	2
2794 045	15	2794 04	3			2794 06	2
54 698	90	54 69	30			54 68	20R
40 535	20	40 52	8			40 53	7
09 734	90	09 70	30			09 69	20R
2691 446	80	2691 45	20			2691 50	15
51 709	80	51 69	20			51 69	15R
51 219	100	51 28	30			51 29	15R
44 297	12	44 30	2			44 35	2 r
—		—				18 53	1
2592 636	70	2592 64	20			2592 65	15R
89 274	18	89 25	3			89 31	5
—		—				58 15	4 ?
56 404	8	56 43	1			56 43	1
—		—				42 36	2
33 331	18	33 34	3			33 34	6
—		—				02 19	2 ?

Rowland u Tatnall (4) Bogen		Exner u Haschek (10) Bogen		Exner u Haschek (8) Funke	
2498 081	10	2498 08	3	2498 08	7
—		36 5	1	36 45	1
—		—		27 06	1 u
17 450	20	17 46	3	17 43	10
2397 999	4	2398 01	1	2398 02	1 u
94 185	2	94 20	1	94 63	1 ?
—		89 54	1	94 18	1
—		—		85 56	1
79 234	8	79 24	1	79 22	3
38 732	2	38 74	1	38 8	1 u
28 014	5	28 00	1	28 01	3
14 305	4	14 30	1	14 25	3
				2256.10	1
				46 52	1 ?
				2198 78	2R
				38 7	1 u

WASSERSTOFF (H = 1 008)

Literatur

[1] A Masson, De la nature de l'etincelle electrique et de sa cause Ann chim et phys (3) 31 p 295—326 (1851) Erste Beobachtung im Funken

[2] A J Ångstrom, Optische Untersuchungen Kgl Svensk Vetensk-Akad Handl 1853, p 229—232, Pogg Ann 94 p 141—165 (1855) Im Funken

[3] A Masson, Etudes de photométrie electrique Ann chim et phys (3) 45 p 385 bis 454 (1855) Im Funken

[4] D Alter, On certain physical properties of the light of the electric spark, within certain gases as seen through a prism Americ J (2) 19 p 213—214 (1855) Im Funken

[5] J Plucker, Fortgesetzte Beobachtungen uber die electrische Entladung durch gasverdünnte Räume Pogg Ann 104 p 113—128 (1858) Im Geisslerrohr

[6] J Plücker, Fortgesetzte Beobachtungen uber electrische Entladung Pogg Ann 105 p. 67—84 (1858) Im Geisslerrohr

[7] J Plücker, Ueber die Constitution der electrischen Spectra der verschiedenen Gase und Dämpfe Pogg Ann 107 p 497—538, 638—643 (1859) Im Geisslerrohr

[8] V S M van der Willigen, Ueber das electrische Spectrum Versl en Mededeel Akad van Wetens 7 (1858) *, Pogg Ann 106 p 610—632, 107 p 473—478 (1859) Im Funken

[9] J Plücker, Abstract of a series of papers and notes concerning the electric discharge through rarefied gases und vapours (1859) Proc Roy Soc 10 p 256—269 (1860) Im Geisslerrohr

[10] J Plücker, Analyse spectrale Cosmos 21 p 283—288, 312—315 (1862) Im Geisslerrohr

[11] J Plücker, Ueber recurrente Ströme und ihre Anwendung zur Darstellung von Gasspectren Pogg. Ann 116 p 27—54 (1862) Im Geisslerrohr

[12] W A Miller, On the photographic transparency of various bodies Phil Trans 152, II p 861—887 (1862) Durchsichtigkeit

[13] P Volpicelli, Ricerche analitico-spettrali sull' aqua Albula di Tivoli, sulla puzzolana, sull' acido arsenico, sull idrogene, e sul carbonio, con una indagine sulla fusione del platino Atti acc Lincei 16 p 670—676 (1863) Angebliche Beobachtung in Flamme

[14] J Chautard, Phenomenes observés dans les spectres produits par la lumière des courants d'induction traversant les gaz raréfies C R 59 p 383—384 (1864) Einfluss der Stromstärke

[15] J Plücker and J W Hittorf, On the spectra of ignited gases and vapours, with especial regard to the different spectra of the same elementary gaseous substance Phil Trans 155 p 1—29 (1865) Zweites Spectrum

[16] F Brasack, Das Luftspectrum Eine prismatische Untersuchung des zwischen Platina-Electroden überschlagenden electrischen Funkens Abhandl Naturf Ges Halle 10 (1866). Im Funken

[17] R Thalén, Om spectralanalys Upsala Univers årsskrift 1866 Zeichnung

[18] A Wullner, Ueber die Spectra einiger Gase in Geisslerschen Röhren Pogg Ann 135 p 497—527 (1868) Mehrere Spectra Siehe auch Festschrift niederrhein Ges Bonn 1868 p 7—28

[19] E **Frankland**, On the combustion of hydrogen and carbonic oxide in oxygen under great pressure Proc Roy Soc **16** p 419—422 (1868), Phil Mag (4) **36** p 309—311 (1868) Druckeinfluss

[20] **Dubrunfaut**, Essai d'analyse spectrale appliquee a l'examen des gaz simples et de leurs melanges C R **69** p 1245—1249 (1869) Gegen Wullner

[21] A **Wullner**, Ueber die Spectren einiger Gase bei hohem Druck Pogg Ann **137** p 337—361 (1869) Mehrere Spectra

[22] A **Secchi**, Sur la constitution de l'auréole solaire, et sur quelques particularites offertes par les gaz rarefies, lorsqu' ils sont rendus incandescents par les courants électriques C R **70** p 79—84 (1870) Mehrere Spectra

[23] E **Villari**, Notizie sulla resistenza elettrica dei gas compressi e sulle modificazioni spettroscopiche che soffre la scintilla che li attraversa Rendic Istit Lombard (2) **3** p 594—601 (1870) Druckeinfluss

[24] W M **Watts**, On the spectra of carbon Phil Mag (4) **40** p 100—103 (1870) Druck

[25] E **Reitlinger** u M **Kuhn**, Ueber Spectra negativer Electroden und lange gebrauchter Geisslerschen Rohren Wien Ber **61**, II p 408—416 (1870), Pogg Ann **141** p 131 bis 141 (1870) Fur zweites Spectrum

[26] **Dubrunfaut**, Sur les spectres de divers ordres des corps simples C R **70** p 448 bis 451 (1870 Gegen mehrere Spectra

[27] **Dubrunfaut**, Remarques sur les couleurs des gaz rarefiés soumis a l'analyse spectrale C R **70** p 511—515 (1870) Gegen Wullner

[28] A **Wullner**, Sur les spectres des gaz simples C R **70** p 125—129 (1870) Mehrere Spectra

[29] A **Wullner**, Des transformations que subissent les spectres des gaz incandescents avec la pression et la temperature Arch sc phys et nat (2) **40** p, 305—310 (1871) Druckeinfluss

[30] A J **Ångstrom**, Ueber die Spectra der einfachen Gase Pogg Ann **144** p 300 bis 307 (1871), C R **73** p 369—375 (1871) Gegen zweites Spectrum

[31] L **Cailletet**, De l'influence de la pression sur les raies du spectre C R **74** p 1282—1285 (1872) Druckeinfluss

[32] **Lecoq de Boisbaudran**, Sur le spectre de la vapeur d'eau C R **74** p 1050 (1872) Angebliche Wasserdampfbanden

[33] G M **Seabroke**, On the spectrum of hydrogen at low pressure Monthly Not **32** p 63—64 (1871), Phil Mag (4) **43** p 155—157 (1872) Fur zweites Spectrum

[34] H C **Vogel**, Untersuchungen uber das Spectrum des Nordlichtes Ber sächs Akad **23** p 285—299 (1871), Pogg Ann **146** p 569—585 (1872) Zweites Spectrum

[35] A **Wüllner**, Ueber die Spectra einiger Gase in Geisslerschen Rohren Pogg Ann **147** p 321—353 (1872) Zweites Spectrum

[36] A **Schuster**, On the spectrum of hydrogen Rep Brit Ass 1872, Not & Abstr p 38—39, Nat **6** p 358—360 (1872) Gegen zweites Spectrum

[37] G **Salet**, Sur les spectres des metalloides Ann chim et phys (4) **28** p 5—71 (1873) Gegen zweites Spectrum

[38] C H **Stearn**, Spectrum of nitrogen Nat **7** p 463 (1873) Fur zweites Spectrum

[39] O **Schenk**, Ueber Veranderlichkeit der Spectra gluhender Gase Zs f analyt Chem **12** p 386—390 (1873) Druckeinfluss

[40] C H **Stearn** and G H **Lee**, On the expansion of the F-line of the hydrogen spectrum (1873) Proc Lit & Phil Soc Liverpool **28** p 325—333 (1874) Zweites Spectrum

[41] J N **Lockyer**, On the molecular structure of vapours in connection with their densities Proc Roy Soc **22** p 374—378 (1874), Phil Mag (4) **49** p 330—326 (1875) Durchsichtigkeit

[42] **Greenwich** Spectroscopic observations 1876 p 78—122 (1876) Druckeinfluss

[42a] **Rand Capron**, Photographed spectra London 1877 Geisslerrohr

[43] B **Lengyel**, Ueber das Spectrum der Gasgemenge Liter Ber a Ungarn **3** p 177 bis 179 (1878) Zweites Spectrum

[44] J N **Lockyer**, Researches in spectrum analysis in connexion with the spectrum of the sun No VII Proc Roy Soc **28** p 157—180 (1878) Dissociirbarkeit

[45] H W **Vogel**, Ueber die photographische Aufnahme von Spectren der in Geissler-röhren eingeschlossenen Gase Berl Ber 1879 p 115—119, Ber chem Ges **12** p 332—334 (1879) Ultraviolette Serie

[46] J N **Lockyer**, Note on the spectrum of hydrogen Proc Roy Soc **30** p 31—32 (1879) Ultraviolette Linien

[47] H W **Vogel**, Ueber die Spectra des Wasserstoffs, Quecksilbers und Stickstoffs Berl Ber 1879, p 586—604 Ultraviolette Linien

[48] H W **Vogel**, Ueber die neuen Wasserstofflinien, die Spectra der weissen Fixsterne und die Dissociation des Calciums Berl Ber 1880 p 192—198, Ber chem Ges **13** p 274—276 (1880), Astron Nachr **96** p 327—330 (1880) Ultraviolette Linien

[49] W **Huggins**, On the spectrum of the flame of hydrogen Proc Roy Soc **30** p 576—580 (1880) Wasserbanden

[50] G D **Liveing** and J **Dewar**, On the spectrum of water Proc Roy Soc **30** p 580—582 (1880) Wasserbanden

[51] Ch **Fievez**, Recherches sur l intensite relative des raies spectrales de l'hydrogène et de l'azote, en rapport avec la constitution des nebuleuses Bull acad Belg (2) **49** p 107 bis 113 (1880), Ann chim et phys (5) **20** p 179—185 (1880) Druck

[51a] E **Wiedemann**, Ueber das thermische und optische Verhalten von Gasen unter dem Einflusse electrischer Entladungen Wiedem Ann **10** p 202—257 (1880)

[52] A **Wüllner**, Ueber die Spectra des Wasserstoffs und des Acetylens Wiedem Ann **14** p 355—362 (1881) Zweites Spectrum

[53] W **Crookes**, On the viscosity of gases at high exhaustions Phil Trans **172, II** p 387—434 (1881), Ann chim et phys (5) **24** p 476—547 (1881) Druck

[54] B **Hasselberg**, Zur Spectroscopie des Wasserstoffs Bull Acad St Pétersb **27** p 97—110 (1881) Zweites Spectrum

[54a] Ch **Fievez**, Sur l'elargissement des raies de l'hydrogène Bull acad Belg (3) **1** p 324—332 (1781), C R **92** p 521—522 (1881) Druck

[55] B **Hasselberg**, Bemerkungen zu Herrn Wullner's Aufsatz Ueber die Spectra des Wasserstoffs und des Acetylens Wiedem Ann **15** p 45—49 (1882) Zweites Spectrum

[56] D **van Monckhoven**, De l'elargissement des raies spectrales de l'hydrogène C R **95** p 378—381 (1882) Druckeinfluss

[57] G D **Liveing** and J **Dewar**, On the spectrum of water No II. Proc Roy Soc **33** p 274—276 (1882) Wasserbanden

[58] B **Hasselberg**, Untersuchungen uber das zweite Spectrum des Wasserstoffs Mem acad St Petersb (7) **30** Nr 7 (1882), Phil Mag (5) **17** p 329—352 (1882) Zweites Spectrum

[59] J **Dewar**, Origin and identity of spectra Proc Roy Instit **9** p 674—703 (1882) Wasserbanden

[60] C P **Smyth**, Gaseous spectra in vacuum tubes, under small dispersion and at low electric temperature Trans Roy Soc Edinb **30, I** p 93—160 (1882)

[61] H **Lagarde**, Mesure de l'intensite photometrique des raies spectrales de l'hydrogène C R. **95** p 1350—1352 (1882) Intensitatsmessungen

[62] B **Hasselberg**, Untersuchungen uber das zweite Spectrum des Wasserstoffs Mem acad St Pétersb (7) **31** No 14 (1883) Zweites Spectrum

[63] G D **Liveing** and J **Dewar**, Note on the reversal of hydrogen lines, and on the outburst of hydrogen lines when water is dropped into the arc Proc Roy Soc **35** p 74—76 (1883) Im Bogen

[64] H **Hertz**, Verhandl Phys Ges **2** p 15—16 (1884) Kanalstrahlen?

[65] E **Goldstein**, Ueber das Nachleuchten Geisslerscher Rohren Verhandl physik Ges **2** p 16—19 (1884) Kanalstrahlen?

[66] Ch **Fievez**, De l'influence de la température sur les caractères de raies spectrales Des changements de réfrangibilité dans les spectres electriques de l'hydrogène et du magnésium. Bull acad Belg (3) **7** p 348—355 (1884) Angebliche Verzerrung der Linien

[67] H Lagarde, Recherches photometriques sur le spectre de l'hydrogène Ann chim et phys (6) **4** p 248—370 (1885) Intensitatsmessungen

[67a] B Nebel, Ueber die in einer Pluckerschen Wasserstoffrohre freiwerdende Energie und deren Einfluss auf die Intensitat des Lichtes Rep phys Techn **21** p 671—682 (1885) Intensitatsmessung

[68] H Deslandres, Relations entre le spectre de la vapeur d'eau et les bandes telluriques A, B, α du spectre solaire C R **100** p 854—857 (1855) Wasserbanden

[69] B Hasselberg, Zusatz zu meinen Untersuchungen uber das zweite Spectrum des Wasserstoffs Bull acad St Pétersb **30** p 14—22 (1885) Zweites Spectrum

[70] A Cornu, Note sur la construction des tubes a hydrogene J de phys (2) **5** p 100—103 (1886) Geisslerrohren

[71] A Cornu, Sur le spectre ultra-violet de l'hydrogene J de phys (2) **5** p 341—354 (1886) Erstes Spectrum

[72] V Schumann, Kleine spectrumphotographische Mittheilungen Photogr Wochenblatt 1886 p 113—176 Kurzeste Wellenlangen

[73] A A Michelson and E W Morley, On a method of making the wave-length of sodium-light the actual and practical standard of length Amer J (3) **34** p 427—430 (1887) Phil Mag (5) **24** p 463—466 (1887) Structur der Linien

[74] C P Smyth, Micrometrical measures of gaseous spectra under high dispersion (1884) Trans Roy Soc Edinb **32**, III p 415—460 (1887) Zweites Spectrum

[75] G D Liveing and J Dewar, On the spectrum of the oxy-hydrogen flame Proc Roy Soc **43** p 347—348 (1888), Phil Trans **179**, I p 27—42 (1888) Wasserbanden

[76] H Deslandres, Spectres des bandes ultra-violets avec une faible dispersion Thèse Paris 1888, Ann chim et phys (6) **15** p 5—86 (1888) Wasserbanden

[77] J Trowbridge and W C Sabine, On the use of steam in spectrum analysis Americ J (3) **37** p 114—116 (1889), Phil Mag (5) **27** p 139—141 (1889) Ursprung der Spectra

[78] L Thomas et Ch Trepied, Sur l'application des hautes temperatures a l'observation du spectre de l'hydrogene C R **109** p 524-525 (1889) Im Bogen

[79] J S Ames, On some gaseous spectra Hydrogen, Nitrogen Phil Mag (5) **30** p 48—58 (1890) Erstes und zweites Spectrum

[80] J M Eder, Ueber das sichtbare und das ultraviolette Emissionsspectrum schwachleuchtender verbrennender Kohlenwasserstoffe und der Oxy-Hydrogenflamme Denkschr Wien Akad **57** (1890), Beitrage zur Photochemie p 1—28 Wasserbanden

[81] G D Liveing and J Dewar, On the influence of pressure on the spectra of flames Proc Roy Soc **49** p 217—225 (1891) Druck

[82] H Ebert, Einfluss der Helligkeitsvertheilung in den Spectrallinien auf die Interferenzerscheinungen Wiedem Ann **43** p 790—807 (1891) Structur der Linien

[83] G D Liveing, Note on Plucker's supposed detection of the line-spectrum of hydrogen in the oxy-hydrogen flame Phil Mag (5) **34** p 371—375 (1892) In Flamme

[84] V Schumann, Ueber eine neue ultraviolett empfindliche Platte und die Photographie der Lichtstrahlen kleinster Wellenlange Wien Anzeigen **29** p 230—231 (1892) Siehe auch Photogr Rundschau 1892, Heft 11 Kurzeste Wellenlangen

[85] A A Michelson, On the application of interference methods to spectroscopic measurements Phil Mag (5) **34** p 280—299 (1892), Astron & Astrophys **11** p 884—903 (1892) Structur der Linien

[86] G E Hale, Astron & Astrophys **11** p 618 (1892) Erstes Spectrum

[87] H Deslandres, Recherches nouvelles sur l'atmosphère solaire C R **114** p 276 bis 277 (1892), Astronomy & Astrophys **11** p 314—317 (1892) Erstes Spectrum

[88] H Deslandres, Sur une protuberance remarquable C R **114** p 578—580 (1892). Erstes Spectrum

[89] H Deslandres, Resultats nouveaux sur l'hydrogène, obtenus par l'étude spectrale du soleil C R **115** p 222—225 (1892) Erstes Spectrum

[90] A Grunwald, Ueber das sogenannte zweite oder zusammengesetzte Wasserstoffspectrum von Dr B Hasselberg und die Structur des Wasserstoffs Wien Ber **101**, IIb p 121—254 (1892)

[91] K. Ångstrom, Bolometrische Untersuchungen uber die Starke der Strahlung verdunnter Gase unter dem Einflusse der electrischen Entladung. Wiedem. Ann. **48** p. 493 bis 530 (1893), nach Nova Acta Reg. Soc. sc. Upsal. (1892). Messung der Gesammtstrahlung von Geisslerrohren.

[92] V. Schumann, The hydrogen line Hβ in the spectrum of Nova Aurigae and in the spectrum of vacuum tubes. Astron. & Astrophys. **12** p. 159—166 (1893). Druck.

[93] J. S. Ames, On the probable spectrum of sulphur. Astron. & Astrophys. **12** p. 50—51 (1893). Wasserbanden?

[94] W. H. Pickering, The ultra-violet hydrogen spectrum. Astron. & Astrophys. **12** p. 171 (1893). Erstes Spectrum.

[95] J. M. Eder und E. Valenta, Ueber das Emissionsspectrum des Kohlenstoffs und Siliciums. Wien. Akad. **60** p. 241—263 (1893), Beitrage zur Photochemie ... p. 58—81. Siehe Tafel. Wasserdampfbanden im Funken.

[96] L. Thomas, Sur la constitution de l'arc electrique. C. R. **119** p. 728—730 (1894). Im Bogen.

[97] W. N. Hartley, Flame spectra at high temperatures. Part I. — Oxy-hydrogen blow-pipe spectra. Phil. Trans. **185** A p. 161—212 (1894). Wasserbanden.

[98] G. E. Hale, Prof. Hartley's observation of the C line of hydrogen in the Bessemer flame. Astron. & Astrophys. **13** p. 770—771 (1894). In Flammen.

[99] J. J. Thomson, On the electrolysis of gases. Proc. Roy. Soc. **58** p. 244—257 (1895). Dissociirbarkeit.

[100] V. Schumann, Zur Photographie der Lichtstrahlen kleinster Wellenlange. Wien. Anzeiger **9** p. 24—30, 121—122 (1895), Chem. News **71** p. 228 (1895). Kurzeste Wellenlangen.

[101] E. C. Pickering, Harvard College Observ. Circ. 12 (1896), Astrophys. J. **4** p. 369 bis 370 (1896). Erstes Spectrum, zweite Serie.

[102] J. Trowbridge and Th. W. Richards, The multiple spectra of gases. Americ. J. (4) **3** p. 117—120 (1897), Phil. Mag. (5) **43** p. 135—139 (1897). Ursprung der Spectra.

[103] J. Trowbridge and Th. W. Richards, The temperature and ohmic resistance of gases during the oscillatory electric discharge. Americ. J. (4) **3** p. 327—342 (1897). Ursprung der Spectra.

[104] E. C. Pickering, The spectrum of ζ Puppis. Astrophys. J. **5** p. 92—94 (1897). Erstes Spectrum, zweite Serie.

[105] H. Kayser, On the spectrum of ζ Puppis. Astrophys. J. **5** p. 95—96 (1897). Erstes Spectrum, zweite Serie.

[106] H. Kayser, On the spectrum of hydrogen. Astrophys. J. **5** p. 243 (1897). Erstes Spectrum, zweite Serie.

[107] A. A. Michelson, Radiation in a magnetic field. Astrophys. J. **6** p. 48—54 (1897), Phil. Mag. (5) **44** p. 109—115 (1897). Zeeman-Effect.

[108] W. N. Hartley, Experiments on the flame spectrum of carbon monoxide. Proc. Roy. Soc. **61** p. 217—219 (1897). Wasserbanden.

[109] J. R. Rydberg, The new series in the spectrum of hydrogen. Astrophys. J. **6** p. 233 bis 238 (1897). Erstes Spectrum.

[110] A. A. Michelson, Radiation in a magnetic field. Astrophys. J. **7** p. 131—138 (1898). Zeeman-Effect.

[111] E. S. Ferry, On the relation between pressure, current, and luminosity of the spectra of pure gases in vacuum tubes. Physic. Rev. **7** p. 1—9 (1898). A photometric study of the spectra of mixtures of gases at low pressures. Physic. Rev. **7** p. 296—306 (1898).

[112] R. S. Hutton, Compound line spectrum of hydrogen. Phil. Mag. (5) **46** p. 338—343 (1898). Zweites Spectrum.

[113] A. A. Michelson, Radiation in a magnetic field. Nat. **59** p. 440—441 (1899). Zeeman-Effect.

[114] G. A. Hemsalech, Sur les spectres des decharges oscillantes. C. R. **129** p. 285 bis 288 (1899), J. de phys. (3) **8** p. 652—660 (1899). Selbstinduction.

[115] W. H. Wright, On the wave-length of the Hδ line. Astrophys. J. **9** p. 50—51 (1899). Wellenlange.

[116] P Lewis, Ueber den Einfluss kleiner Beimengungen zu einem Gase auf dessen Spectrum Wiedem Ann **69** p 398—425 (1899), Astrophys J **10** p 137—163 (1899) Intensitatsmessungen

[117] L E Jewell, The wave-length of $H\delta$ and the appearance of the solar spectrum near the hydrogen lines Astrophys J **9** p 211—213 (1899) Wellenlange

[118] Th W Richards, Note on the spectra of hydrogen Americ chem J **21** p 172 bis 174 (1899) *, Chem News **79** p 159—160 (1899) Ursprung der Spectra

[119] A Wullner, Ueber die Spectra der Kanalstrahlen und der Kathodenstrahlen Phys Zs **1** p 132 (1899) Kanalstrahlen

[120] J Wilsing, Ueber den Einfluss des Drucks auf die Wellenlangen der Linien des Wasserstoffspectrums Berl Ber 1899 p 750—752 (1899), Astrophys J **10** p 269—271 (1899) Druckeinfluss

[121] V Schumann, A second spectrum of hydrogen beyond λ 185 $\mu\mu$ Astrophys J **11** p 312—313 (1900) Zweites Schumannsches Spectrum

[122] V Schumann, Zur Photographie der Lichtstrahlen kleinster Wellenlange Wien Anzeiger 1900 Nr 10 Kurzeste Wellenlangen

[123] J Trowbridge, The spectra of hydrogen and the spectrum of aqueous vapor Americ J (4) **10** p 222—230 (1900), Phil Mag (5) **50** p 338—347 (1900) Ursprung der Spectra

[124] M Cantor, Versuch uber Absorption des Lichtes in electrisch leuchtenden Gasen Ann d Phys (4) **1** p 462—465 (1000) Absorption

[125] E Pringsheim, Bemerkungen zu einem Versuche des Hrn M Cantor Ann d Phys (4) **2** p 199—200 (1900) Absorption

[126] J Trowbridge, The spectra of hydrogen and some of its compounds Americ. J (4) **12** p 310—318 (1901), Phil Mag (6) **2** p 370—379 (1901) Ursprung der Spectra

[127] Lord Blythwood and H S Allen, The red (C) line of hydrogen and the Zeeman effect Nat **65** p 79 (1901) Zeeman-Effect

[128] L A Parsons, The spectrum of hydrogen Johns Hopkins Univ Circ **20** Nr 152 p 85—86 (1901), Astrophys J **18** p 112—118 (1903) Zweites Spectrum

[129] F Exner u E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **110**, IIa p 964—987 (1901) Im Funken

[130] E C Pickering, The spectrum of ζ Puppis Harvard College Observatory Circ 55, Astrophys J **13** p 230—232 (1901) Erstes Spectrum, zweite Nebenserie

[131] O H Basquin, The spectrum of hydrogen given by the metallic arc of tin, copper, silver etc Astrophys J **14** p 1—16 (1901) Im Bogen

[132] F W Dyson, Preliminary determination of the wave-length of the hydrogen lines, derived from photographs taken at Ovar at the eclipse of the sun, 1900, May 28 Proc Roy Soc **68** p 33—35 (1901) Erstes Spectrum

[133] A W Wright and E S Downs, The induced alternating current discharge studied with reference to its spectrum and especially the ultra violet spectrum Americ J (4) **12** p 66—73 (1901) Wasserbanden?

[134] J Evershed, Wave-length determination and general results obtained from a detailed examination of spectra photographed at the solar eclipse of Jan 22, 1898 Phil Trans **197 A** p 381—413 (1901) Erstes Spectrum

[135] G Berndt, Gasspectra im Magnetfelde Ann d Phys (4) **8** p 625—642 (1902) Zeeman-Effect

[136] E B Frost, Wave-lengths of certain lines of the second spectrum of hydrogen Astrophys J **16** p 100—105 (1902) Zweites Spectrum

[137] P Lewis, The rôle of water vapour in gaseous conduction Phil Mag (6) **3** p 512 bis 514 (1902) Erstes Spectrum

[138] H Konen, Ein Beitrag zur Kenntniss spectroscopischer Methoden Ann d Phys (4) **9** p 742—780 (1902) Wasserdampfbanden bei Funken in Wasser Umkehrung derselben

[139] K Langenbach, Ueber Intensitätsvertheilung in Linienspectren Dissert Bonn 1902, Ann d Phys (4) **10** p 789—815 (1903) Intensitatsmessung

[140] J Evershed, Solar eclipse of 1900, May 28 General discussion of spectroscopic results. Phil Trans **A 102** p 457—486 (1903) Erstes Spectrum

[141] V Schumann, On the absorption and emission of air and its ingradients for light of wavelengths from 250 $\mu\mu$ to 100 $\mu\mu$ Smithon Contribut **29**, Nr 1413 (1903) Erstes Schumannsches Spectrum

[142] G Berndt, Beitrage zur Kenntniss der Gasspectra Abhandl Naturf Ges Halle **26** (1903), Ann d Phys (4) **12** p 1101—1114 (1903) Intensitatsmessungen

[143] P Meyerheim, Ueber das Bandenspectrum des Wasserdampfes Dissert Bonn 1904 Zs f wiss Photogr **2** p 131—143 (1904) Wasserbanden

[144] J Schniederjost, Beitrage zur Kenntniss der Spectra von Wasserstoff, Helium, Luft, Stickstoff und Sauerstoff im Ultraviolett Dissert Halle 1904, Zs f wiss Photogr **2** p 265—285 (1904) Erstes und zweites Spectrum

[145] Th Lyman, Preliminary measurement of the short wave-lengths discovered by Schumann Astrophys J **19** p 263—267 (1904) Schumannsches Spectrum

[146] G D Liveing, On differences between the spectra at anode and kathode in certain gases, and on the probable reasons for these differences Proc Cambridge Phil Soc **12**, 5 p 337—348 (1904) Erstes und zweites Spectrum

[147] E Waetzmann, Ueber die Intensitatsverhaltnisse der Spectra von Gasgemischen Dissert Breslau 1904, Ann d Phys (4) **14** p 772—790 (1904) Intensitätsmessungen

[148] R A Houstoun, Some spectroscopic notes Phil Mag (6) **7** p 456—467 (1904) Structur

[149] J Barnes, On the analysis of bright spectrum lines Astrophys J **19** p 190—211 (1904), Phil Mag (6) **7** p 485—503 (1904) Structur der Linien

[150] H Kayser, Zur Temperaturbestimmung strahlender Gase Boltzmann-Festschrift p 38—42 (1904) Strahlungsgesetz

[151] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectra Jena 1905 Geisslerrohrspectrum, Nr 262 und 267 Verbreiterte Linien im Funken siehe z B Nr 277

[152] J Stark, Der Dopplereffect bei den Kanalstrahlen und die Spectra der positiven Atomionen Phys Zs **6** p 892—897 (1905) Kanalstrahlen

[153] J Stark u W Hermann, Spectrum des Lichtes der Kanalstrahlen in Stickstoff und Wasserstoff Phys Zs **7** p 92—97 (1905) Kanalstrahlen

[154] J Stark, Die electrische Ladung der Träger der Duplet- und Tripletserien Physik Zs **7** p 249—256 (1906) Kanalstrahlen

[155] B Strasser und M Wien, Anwendung der Teleobjectivmethode auf den Dopplereffect von Kanalstrahlen Physik Zs **7** p 744—746 (1906)

[156] W Heimann und S Kinoshita, Spectroscopische Beobachtungen uber die Reflexion und Zerstreuung von Kanalstrahlen Physik Zs **7** p 564—567 (1906)

[157] L Janicki, Feinere Zerlegung der Spectrallinien von Quecksilber, Cadmium, Natrium, Zink, Thallium und Wasserstoff Dissert Halle 1905 Ann d Phys (4) **19** p 36—79 (1906) Structur der Linien

[158] J Stark, Ueber die Lichtemission der Kanalstrahlen in Wasserstoff Ann d Phys (4) **21** p 401—456 (1906) Kanalstrahlen

[159] Th Lyman, The spectrum of hydrogen in the region of extremely short wavelength Mem Americ Acad **13** p 125—146 (1906), Astrophys J **23** p 181—210 (1906) Siehe auch Astrophys J **19** p 263—267 (1904) Erstes Schumannsches Spectrum

[160] E Gehrcke u O von Baeyer, Ueber die Anwendung der Interferenzpunkte an planparallelen Platten zur Analyse feinster Spectrallinien Ann d Phys (4) **20** p 269—292 (1906) Structur der Linien

[161] A Dufour, Sur les spectres de l'hydrogène Thèse, Paris 1906, Ann chim et phys (8) **9** p 361—432 (1906) Erstes und zweites Spectrum

[162] W W Coblentz, Infra-red emission spectra Physic Rev **22** p 1—30 (1906) Ultraroth

[163] R W Wood, Bemerkung uber die Selbstumkehrung der Wasserstofflinien Physik Zs **7** p 926—929 (1906) Absorption

[164] G F Hull, An investigation of the influence of the electrical fields upon spectral lines Astrophys J **25** p 1—22 (1907) Kanalstrahlen

[165] F Paschen, Ueber den Dopplereffect im Spectrum der Kanalstrahlen des Wasserstoffs Ann d Phys (4) **23** p 247—260 (1907)

[166] E Dorn, Ueber Kanalstrahlen in Wasserstoff, Helium und Argon Physik Zs 8 p 589—590 (1907) Kanalstrahlen

[167] J Stark Bemerkungen zu Hrn Paschen's Mittheilungen uber den Dopplereffect bei den Kanalstrahlen Ann d Phys 23 p 798—804 (1907)

[168] F Paschen, Erwiderung auf Bemerkungen des Hrn Stark zu meinen Arbeiten uber den Dopplereffect Ann d Phys 23 p 997—1000 (1907)

[169] H Rau, Beobachtungen an Kanalstrahlen Physik Zs 7 p 421—423 (1907)

[170] A. Pfluger, Ueber Absorption in luminescirenden Gasen Ann d Phys (4) 24 p 515—526 (1907) Selbstumkehr

[171] H Geiger, Strahlungs-, Temperatur- und Potentialmessungen in Entladungsrohren bei starken Stromen Ann d Phys (4) 22 p 973—1007 (1907) Intensitatsmessungen

[172] J Stark u W Steubing, Ueber die spectrale Intensitatsvertheilung der Kanalstrahlen in Wasserstoff Ann d Phys (4) 26 p 918—926 (1908)

[173] A Dufour, Sur quelques exemples de raies presentant le phenomene de Zeeman anormal dans le sens des lignes de force magnétique C R 146 p 634—635 (1908), Le Radium 5 p 291—306 (1908), J de phys (4) 8 p 237—264 (1909) Zeeman-Effect

[174] W S Adams, Preliminary note on the rotation of the sun as determined from the displacements of the hydrogen lines Astrophys J 27 p 293—298 (1998) Wellenlangen

[175] W Ritz, Ueber ein neues Gesetz der Serienspectren Physik Zs 9 p 521—529 (1908) Gesetzmassigkeiten

[176] F Paschen, Zur Kenntniss ultrarother Linienspectra I (Normalwellenlangen bis 27000 Å E) Ann d Phys (4) 27 p 537—570 (1908) Ultraroth

[177] R Ladenburg, Ueber die Absorption des Lichtes in leuchtendem Wasserstoff Verh Phys Ges 10 p 550—561 (1908) Umkehr

[178] R Ladenburg u St Loria, Ueber die anomale Dispersion des leuchtenden Wasserstoffs Verh Physik Ges 10 p 858—866 (1908) Anomale Dispersion

[179] H Gerdien u R Holm, Das Spectrum der Kanalstrahlen in Helium Ann d Phys (4) 27 p 844—858 (1908) Kanalstrahlen

[180] F Himstedt u H von Dechend, Ueber Spectralanalyse des Glimmlichts in verschiedenen Gasen Physik Zs 9 p 852—853 (1908) Glimmlicht

[181] Charles Sheard, Capacity and current density effects in the argon and hydrogen spectra. Physic Rev 27 p 258—266 (1908) Ursprung der Spectra

[182] J Evershed, Note on the wave-length of Hδ and Hε in the solar spectrum Astrophys J 28 p 162—168 (1908) Wellenlangen

[182a] V Berglund, Dissert Upsala 1908 * Beibl 33 p 667—668 (1909) Glimmlicht

[183] C F Hogley, The secondary spectrum of hydrogen Phil Mag (6) 17 p 581—583 (1909) Zweites Spectrum

[184] A Dufour, The secondary spectrum of hydrogen Phil Mag (6) 17 p 854—855 (1909) Zweites Spectrum

[185] H Finger, Ein Beitrag zur Kenntniss des Einflusses des Mediums auf die Linien in Funkenspectren Dissert Munster 1909, Zs f wiss Photogr 7 p 330—356, 369—392 (1909) Funken in Wasser, Wasserdampfbanden

[186] H E Watson, On the wave-lengths of lines in the secondary spectrum of hydrogen Proc Roy Soc A 82 p 189—204 (1909) Zweites Spectrum

[187] A Zehden, Ueber die relative Helligkeit der Farben electrisch glühender Gase bei Wechsel von Druck und Stromstarke Dissert Rostock (1909), Rostock bei Adler Intensitatsmessung

Die erste Beobachtung des Linienspectrums hat wohl Masson [1] gemacht, als er bei Funken in Luft zwischen verschiedenen Metallen identische Linien fand, von welchen er eine rothe auch bei Funken in Wasserstoff beobachtet Spater [3] giebt er schon an, in Wasserstoff treten 4 Linien auf Gleichzeitig sieht auch Ångstrom [2] Linien, die auch in Kohlenwasserstoff sichtbar sind Auch Alter [5] sieht bei Funken in Wasserstoff von Atmospharendruck eine sehr starke rothe, zwei schwache grune und eine sehr schwache blaue Linie

Auf ein wesentlich hoheres Niveau stellt Plucker die Untersuchung, indem er Geisslerrohren und verdunnte Gase einfuhrt, wobei das Spectrum nur vom Gase bedingt wird Er sieht zuerst [5] mehrere Linien, dann [6] giebt er drei an, eine rothe, eine grunblaue, eine violette In der dritten Abhandlung [7, 9] benennt er die Linien Hα, Hβ, Hγ, und bestimmt angenahert ihre Wellenlangen Er findet, dass sie auch in Wasserdampf auftreten, dass Hγ genau mit F im Sonnenspectrum coincidire, Hα und Hβ nahezu mit C und G Spater [10, 11] findet er auch, dass sich die Linien durch Druckzunahme verbreitern, die kurzeren Wellenlangen zuerst, und dass die Coincidenz mit Fraunhoferschen Linien genau sei.

Entsprechend giebt van der Willigen [8] an, Funken bei Atmospharendruck zeigten nur Hα scharf, die beiden anderen unscharf, er ist aber zweifelhaft, ob das Spectrum zu H oder zu H_2O gehore Er erwahnt eine vierte Linie In der letzten Abhandlung [11, p 48] hatte Plucker angegeben, auch in der Knallgasflamme sei Hα und Hβ sichtbar, wenn H im Ueberschuss vorhanden sei, auch Volpicelli [13] behauptet, eine rothe Linie in der Flamme gesehen zu haben, und nach Secchi[1]) soll Deville das Gleiche beobachtet haben Spater ist von allen Beobachtern in Flammen nur ein continuirliches sichtbares Spectrum beobachtet worden, und Liveing [83] hat nachgewiesen, dass bei Plucker, Volpicelli und Deville ein Irrthum vorliegt Uebrigens hat auch Hittorf[2]) angegeben, Plucker und er hatten vergebens in den Flammen nach Wasserstofflinien gesucht

Trotzdem konnen die Wasserstofflinien auch in Flammen auftreten sowohl Watts[3]) hat sie in der Flamme des Bessemerprocesses gesehen, als auch Hartley[4]), der sie sogar photographirt hat In diesen Fallen treten die Linien umgekehrt auf Siehe dazu die Bemerkungen von Hale [98]

Miller [12] findet, Wasserstoff erzeuge keinerlei Absorption, Chautard [14] sagt, dass in Geisslerrohren bei Schwachung des Stroms das Spectrum verschwinde

Etwas wesentlich Neues bringen Plucker und Hittorf [15] in ihrer beruhmten Arbeit uber mehrfache Spectra, sie theilen hier mit, dass namentlich bei geringem Druck, aber auch bei 5—10 mm, ausser den drei Hauptlinien noch eine Anzahl schwacherer vorhanden seien, namentlich in Roth und Gelb Dies Spectrum entspreche niedrigerer Temperatur, habe aber keinerlei Aehnlichkeit mit einem Bandenspectrum

Man pflegt dies Spectrum das zweite Spectrum des Wasserstoffs zu nennen, es ist ein richtiges Linienspectrum und die bis in die neueste Zeit immer wieder auftauchende Bezeichnung Bandenspectrum absolut falsch Es hat zu zahlreichen Abhandlungen Veranlassung gegeben

1) A Secchi, Atti accad Nuovi Lincei **25** p 395—412 (1872)
2) W Hittorf, Wiedem Ann 7 p 578 (1879)
3) W M Watts, Phil Mag (4) **34** p 437—440 (1867)
4) W N Hartley, Phil Trans **A 185** p 1041—1091 (1894), siehe p 1061

Nachdem auch **Brasack** [16] die 3 Wasserstofflinien in H und H_2O beobachtet und beschrieben, und **Thalén** [17] eine Zeichnung gegeben hat, bemerkt **Wüllner** [18] ebenfalls die vierte Linie $H\delta$, die aber zu schwach zu messen sei, im übrigen enthält die Arbeit Irrthümer. **Wüllner** will 4 Spectra des H unterscheiden, ein continuirliches bei höherem Druck, das Spectrum mit 4 Linien (im Sichtbaren, — man nennt dies Spectrum vielfach das Vierlinien-Spectrum, ich werde es als erstes Wasserstoffspectrum bezeichnen), das zweite Wasserstoffspectrum von **Plücker** und **Hittorf**, endlich ein Bandenspectrum namentlich im Grün. Nachdem **Dubrunfaut** [20, 26, 27] die Vermuthung ausgesprochen hat, es handle sich um Verunreinigungen, wogegen **Wüllner** [28] protestirt, zeigt **Ångström** [30], dass es sich beim vierten Spectrum um das Bandenspectrum des Schwefels handle. Erst später [52] giebt **Wüllner** das zu, auch **Hasselberg** [54, 55] zeigt, dass es vom S stammt und häufiger in Geisslerröhren auftritt.

Wiedemann [51a] fasst das zweite Wasserstoffspectrum als von den Molekeln, das erste als von den Atomen herkommend auf und will calorimetrisch den Energieverbrauch bei der Dissociation messen. Vergleiche Bd. II, p. 196.

Ich will im Weiteren nicht die gesammte Literatur in chronologischer Folge besprechen, da ich mich zu oft wiederholen müsste, sondern die einzelnen Gesichtspunkte, die in Frage kommen, für sich behandeln.

I. Erstes Wasserstoffspectrum.

Zu den vier Linien des ersten Wasserstoffspectrums fügte zuerst[1] H. W. **Vogel** [45, 47, 48] durch Photographie von Geisslerröhren fünf neue hinzu. Etwa gleichzeitig hatte **Huggins**[2] in den Spectren weisser Sterne, die im Sichtbaren namentlich die vier Wasserstofflinien zeigen, im Ultraviolett eine Serie von Linien entdeckt, die bis 3699 reicht. Da ihre Zugehörigkeit zu Wasserstoff zunächst unbekannt war, bezeichnete er sie mit α, β, γ usw. Bald aber zeigte sich, dass die ersten Glieder mit den von **Vogel** photographirten Linien identisch sind, und damit war die Zahl der Wasserstofflinien auf 14 gestiegen. Freilich wollte es im Laboratorium nicht gelingen, alle diese Linien photographisch zu erhalten. **Cornu** [70, 71] und später **Ames** [79] kommen nur bis zur 13. Linie. — **Schuster**[3] schlug zuerst vor, die **Plücker**sche Bezeichnung auch auf die ultravioletten Linien auszudehnen, und $H\varepsilon$, $H\zeta$, $H\eta$ usw. zu sagen, statt wieder mit α zu beginnen, dies ist jetzt allgemein angenommen, so dass wir sagen können, **Cornu** und **Ames** seien bis $H\nu$ gekommen, **Huggins** bis Ho.

1) Freilich ist zu bemerken, dass schon auf den Photographieen von **Rand Capron** [42a] aufs deutlichste zwei weitere Wasserstofflinien hervortreten.

2) W. **Huggins**, Preliminary note on the photography of stellar spectra and drowing of the spectrum of α Lyrae. Proc. Roy. Soc. **25.** p. 445—446 (1876). On the photographic spectra of stars. Phil. Trans. **171,** II, p. 669—690 (1880).

3) A. **Schuster**, The genesis of spectra. Rep. Brit. Ass. 1882. p. 120—143.

Bald wurden noch weitere Glieder entdeckt, wieder auf astronomischem Wege Hale [86] findet in Protuberanzen die Linien bis Hϱ, und Deslandres [87, 88, 89] gar bis Hτ Pickering [94] theilt mit, dass er dieselben Linien in Sternen photographirt hat, im Spectrum des Canopus sogar noch eine mehr — Noch weiter fuhrt die Photographie des flash-Spectrums, d h des Spectrums der Sonnenatmosphare im Moment, wo die Sonnenscheibe bei einer totalen Finsterniss grade vollstandig durch den Mond verdeckt ist Dyson [132, 163a] gelangt bis zur 29sten Linie der Wasserstoffserie, so dass das griechische Alphabet zur Bezeichnung nicht mehr ausreicht Evershed [134] erreicht dieselbe Linie, und bemerkt, dass sich ein continuirliches Spectrum anschliesse, welches wahrscheinlich durch Wasserstoff bewirkt wird Die letzten beobachteten Linien sind schon weniger als eine Ångstromsche Einheit von einander entfernt, das theoretische Ende der Serie liegt 15 A weiter, es scheint also plausibel, dass die unendlich vielen Linien der Serie in diesem Stuck ein continuirliches Band bilden Bei einer spateren totalen Finsterniss kommt Evershed [140] zu gleichen Resultaten

Eine sehr wichtige Erganzung zu dem ersten Wasserstoffspectrum brachte Pickering [101] durch Photographie des Spectrums von ζ Puppis Die Photographie zeigte im Wesentlichen die Wasserstoffserie, aber zwischen je zwei Gliedern derselben schwachere neue Linien, die offenbar auch eine Serie bilden Kayser [105] bemerkt, dass es sich um eine Serie handelt, die an derselben Stelle auslauft, wie die bisher bekannte Serie, dass diese somit die erste Nebenserie des Wasserstoffs sei, die von Pickering in ζ Puppis entdeckte dagegen die zweite Nebenserie — Die Serien liegen so gegen einander, dass sie auch durch eine einzige Formel dargestellt werden konnen, das macht Pickering [104], worauf Kayser [106] von neuem die Grunde hervorhebt, die es sicher erscheinen lassen, dass es sich um die beiden Nebenserien handle

Rydberg [109] stimmt Kayser vollkommen zu Besonders wichtig ist, dass man aus der zweiten Nebenserie die Hauptserie berechnen kann (vergl. dies Handbuch Bd II, p 572), als erste Linie ergiebt sich λ 4687 88, welche wirklich in Sternen und Nebeln als starke Linie beobachtet ist [1]) — Pickering hat spater die Linien der zweiten Nebenserie auch in anderen Sternen gefunden und genauer gemessen [130], es sind 8 Glieder der Serie bekannt, fur welche Pickering die Bezeichnung Hβ', Hγ' u s w vorschlagt

Zu dem ersten Wasserstoffspectrum sind noch einige Einzelheiten nachzutragen Rowland hat in seinen Tabellen des Sonnenspectrums die Wellenlangen der Linien angegeben Dabei zeigte sich, dass die Werthe von Hδ und Hε nicht mit den aus der Balmerschen Formel berechneten ubereinstimmen,

1) Lockyer und Baxandall theilen mit, dass sie einmal in einem Rohr mit He eine Linie bis 4685 97 gefunden hatten, die als diese Wasserstofflinie gedeutet wird Proc Roy Soc **74** p 546—547 (1905) Auch im Spectrum der Kanalstrahlen glaubt Stark sie gesehen zu haben [154, 158]

und Messungen an Geisslerrohren, am flash-Spectrum, an Sternen ergaben ebenfalls andere Werthe, die mit der Formel stimmten So fand Wright [115] fur $H\delta$ 4101 89 statt 4102 000 von Rowland Daraufhin untersucht Jewell [117] die Rowlandschen Platten von neuem, und veroffentlicht interessante Details uber das Aussehen der Linien $H\alpha$ und $H\beta$ zeigen eine schwache Umkehrung, d h sind in der Mitte heller, $H\gamma$ nicht Bei $H\delta$ ist es zweifelhaft, ist Umkehrung vorhanden, so ist die Wellenlange etwa 4101,90 Dann ware aber $H\delta$ viel starker als $H\gamma$, ist das nicht der Fall, so gehort der eine dunklere Rand zu einer anderen Linie, und dann ist der Rowlandsche Werth richtig Dass letzteres indessen nicht der Fall sein kann, zeigen spatere Messungen, so findet Adams [174] 4101 91, Evershed [182] 4101 900 fur $H\delta$ und 3970 212 für $H\varepsilon$

Paschen [176] hat kurzlich zwei ultrarothe Linien des Wasserstoffs gefunden, sie gehoren zu dem ersten Wasserstoffspectrum, da sie sich nach Ritz [175] aus den Constanten seiner Serien berechnen lassen Die Angaben von Coblentz [162], H zeige im Ultraroth keine Emission, ist also nicht richtig,

Michelson und Morley [73] haben zuerst gefunden, dass $H\alpha$ keine einfache, sondern eine Doppellinie sei; als sie Interferenzringe von Wasserstoff zwischen zwei Platten erzeugten, verschwanden die Interferenzen bei einem Gangunterschied von 15 000 und 45 000 Wellenlangen, woraus ein Abstand der beiden Componenten von etwa 0 375 A folgen wurde Ebert [82] findet dagegen das Verschwinden bei einem Gangunterschied von 217000 Wellenlangen, was einem Abstand von 0 132 A entspricht Spater findet Michelson [85] den Abstand zu 0 14, das Verhaltniss der Intensitaten wie 7 10 Auch $H\gamma$ ist doppelt, der Abstand betragt 0 08 A

Dann untersucht Barnes [149] mit dem Apparat von Fabry und Perot er findet $H\alpha$ dreifach, die Componenten sollen um 0 02 A grosser und 0 06 A kleiner, als die Hauptlinie, die Intensitaten $^1/_8$, 1, $^1/_4$ sein. $H\beta$ bestehe aus so vielen Componenten, dass die Beobachtung unmoglich ware Houstoun [148] findet mit dem Stufengitter bei $H\alpha$ zwei Componenten mit dem Abstand 0 065, Janicki [157] schatzt den Abstand zu 0 14, wie Michelson, sieht beide Componenten in Langsdurchsicht umgekehrt Unter Umstanden fallen die inneren Rander beider Linien zusammen, so dass man drei Linien zu sehen meint, vielleicht erklart sich so das Resultat von Barnes Endlich geben Gehrcke und v Baeyer [160] an, nur die Linie $H\alpha$ sei doppelt, die ubrigen einfach, wenn auch unscharf — Man sieht, dass diese Angaben wenig ubereinstimmen, bei der Unscharfe der Linien reicht offenbar das Auflosungsvermogen der Apparate nicht aus

Das beste Mittel zur Erzeugung dieses ersten Wasserstoffspectrums ist die Anwendung des Geisslerrohres, da bei kleinem Druck die Linien ziemlich scharf werden Dass die Linien in Wasserstoffflammen nicht auftreten, ist schon gesagt, ebenso dass sie im Funken durch H oder H_2O bei Atmospharendruck als breite Bander sichtbar sind Auch im Bogen, in den H oder H_2O

eingeblasen werden, sind sie oft genug beobachtet und beschrieben worden. Secchi[1]) berichtet zuerst über das Auftreten der Wasserstofflinien im Bogen, dann hat Monckhoven [56] die Erscheinungen ausführlich beobachtet: er lässt eine Bogenlampe in H brennen, sieht Hα und Hβ, Hγ ist verdeckt. Hβ ist sehr stark verbreitet, Hα weniger, aber die Verbreiterung ist anders, als wenn man in Geisslerröhren den Druck erhöht: man sieht nicht ein breites Band, sondern eine starke Linie mit sehr unscharfen Rändern. Verringert man den Druck, so werden die Linien heller und schärfer, bei 2 cm sind α und β ganz scharf, auch γ ist sichtbar. — Dann sehen auch Liveing und Dewar [59, 63] α und β, bei Einspritzen von Wasser zeigt sich ein gewaltiger Ausbruch dieser Linien, namentlich von α, die sehr breit, aber nicht umgekehrt sind. Aehnliche Beobachtungen beschreiben Thomas und Trepied [78] und Thomas [96], der angiebt, die Linien seien hell am negativen Pol[2]). Dann wendet Basquin [131] einen rotirenden Bogen in Wasserstoff an, er erhält mit den verschiedensten Metallelectroden α, β und γ, selten δ, nur mit Zinnelectroden auch ε. Die Breite der Linien beträgt bei Atmosphärendruck durchschnittlich für α 5 A, für β 31 A, für γ 26 A, für δ 20 A.

Sehr zahlreich sind Versuche über die Verbreiterung der Wasserstofflinien. Ich habe diese Erscheinungen schon im zweiten Bande Kapitel V zum grossen Theil besprochen, so dass ich mich hier kurz fassen kann, ohne auf die Discussion der Gründe einzugehen. Die Verbreiterung wird in erster Linie durch Druckerhöhung herbeigeführt, daneben auch durch stärkere Entladung. Am leichtesten verbreitern sich die kurzwelligen Linien, während Hα am längsten als Linie sichtbar bleibt. Schliesslich geht das Spectrum in ein continuirliches über, doch ist dazu für nicht condensirte Entladung ein Druck von circa 10 Atm. nöthig. Mit den Verbreiterungserscheinungen beschäftigen sich Plücker und Hittorf [15], Frankland [19], Wüllner [21], Secchi [22], Villari [23], Watts [24], Cailletet [31], Schenk [39], Stearn und Lee [10], Fievez [51, 54a], Monckhoven [56], Schumann [92], Liveing und Dewar [81]. Messungen über die Breite und Intensität der Linien bei verschiedenem Druck und verschiedener Entladung sind in Greenwich gemacht [42]. Hemsalech [114] findet, dass durch Einschaltung von Selbstinduction auch bei Atmosphärendruck die Linien ganz scharf werden. — Es finden sich noch eine Menge Notizen über die Verbreiterung, auf die ich als unbedeutend hier nicht eingehe.

Andererseits werden die Linien, wenn der Druck abnimmt, schärfer und lichtschwächer, und es bleibt schliesslich nur die grüne Linie sichtbar, weil für diese Farbe unser Auge am empfindlichsten ist. Dasselbe erreicht man natürlich, wenn man das Licht eines Geisslerrohres auf andere Weise schwächt. Auch darüber liegen mehrere zum Theil falsch gedeutete Versuche vor. Man

1) A. Secchi, C. R. 77. p. 173—177 (1873).

2) Auch Wilson und Fitzgerald machen diese Angabe. Astrophys. J. 5. p. 101—108 (1896).

vergleiche Band II, p. 312 und 313. — Alle Angaben, dass einzelne Wasserstofflinien der Serie gefehlt hatten, oder dass nur einzelne sichtbar gewesen seien, werden auf solche Grunde oder fehlerhafte Beobachtung zu schieben sein. (Siehe z. B. Lockyer [44], der hier auch die Corona-Linie und die He-Linie zu Wasserstoff rechnet.)

Die relative Intensitat der Linien hangt von der Starke der Erregung ab. Je grosser diese ist, desto mehr wachst relativ die Intensitat der kurzeren Wellenlangen. Versuche daruber sind von Lagarde [61, 67] und von Langenbach [139] gemacht, und Kayser [150] zeigt, dass fur die Intensitatsvertheilung qualitativ die Strahlungsgesetze fester Korper gelten. Darauf wird es zuruckzufuhren sein, dass Thomson [99] an Kathode und Anode relative Intensitatsunterschiede von Hα und Hβ findet, die er freilich durch eine Electrolyse des Gases deuten will.

Es sind noch zahlreiche Untersuchungen uber die Intensitat der Wasserstoffstrahlung als Function von Druck, Stromstarke, Spannung u. s. w. ausgefuhrt worden, deren ausführliche Besprechung nicht hierher gehort. Man vergleiche Ångstrom [91], der die Gesammtstrahlung misst, ferner Nebel [67a], Ferry [111], Lewis [116], Waetzmann [147], Geiger [171], Berglund [182a], Zehden [187]. In diesen Abhandlungen finden sich auch Angaben uber Intensitatsveranderungen, die durch Beimischung anderer Gase oder Dampfe hervorgerufen werden. Die Beobachtungen beziehen sich zum Theil auch auf das zweite Wasserstoffspectrum.

Das Leuchten des Wasserstoffs gehorcht dem Kirchhoffschen Gesetz, d. h. das Gas absorbirt die Wellenlangen, die es selbst emittirt. Zuerst ist Selbstumkehr beobachtet worden, die namentlich auftritt, wenn man ein Rohr mit Langsdurchsicht benutzt: in der Capillare ist dann die Strahlung stärker, als in den weiteren Endtheilen, und diese kehren daher die Linien um, wenn man in Längsdurchsicht beobachtet. Die erste Angabe derart finde ich bei Liveing und Dewar [63], dann bei Schumann [72], der spater [92] noch genauere Angaben macht. Danach soll die Verbreiterung unsymmetrisch sein, so dass die Linien sich zu verschieben scheinen. Auch Wilsing [120] beobachtet dies, sagt, die Umkehrung verschiebe sich um 0,1 A.

Versuche, die Absorption des leuchtenden Wasserstoffs in Geisslerrohren fur fremdes Licht nachzuweisen, macht Cantor [124] mit negativem Erfolg. Aber seine Anordnung ist auch falsch, da er continuirliches Licht durch das intermittirend leuchtende Gas absorbiren will. Da die Dauer des Leuchtens verschwindend gegen die Intervalle ist, kann man die Absorption naturlich nicht beobachten. Auf diesen Fehler macht Pringsheim [125] aufmerksam. Spater hat Pfluger [170] die Versuche mit zwei hinter einander gestellten Geisslerrohren, welche durch denselben Strom betrieben wurden, einwandsfrei ausgefuhrt. Da hierbei beide Rohren gleichzeitig leuchten, wurde voller Erfolg erzielt. Pfluger's Versuche hat dann Ladenburg [177] mit denselben Apparaten wiederholt. Er fügt aber noch quantitative Messungen der Ab-

sorption hinzu, welche zeigen, dass unter den vorhandenen Bedingungen Hα am starksten absorbirt, dann folgt Hβ, dann Hγ. Spater zeigen Ladenburg und Loria [178], dass die Absorption in Hα auch von anomaler Dispersion begleitet ist. — Zu erwahnen ist noch eine Notiz von Wood [163], der bemerkt, dass eine dicke Schicht leuchtenden Wasserstoffs blaulich aussieht gegen eine dunne Schicht, die mehr rothlich ist, und dies durch Selbstabsorption der rothen Wellen erklart.

Dass nicht leuchtendes Wasserstoffgas ganz durchsichtig ist, haben haufige Versuche gezeigt, ich nenne nach Miller [12] nur Lockyer [41], und namentlich die Untersuchungen von Schumann [siehe besonders 141].

Der Zeeman-Effect ist schwer zu untersuchen, da es sich um unscharfe und mehrfache Linien handelt. Michelson [107, 110, 113] kann nur Verbreiterung constatiren. Lord Blythwood und Allen [127] finden, dass jede der 2 Componenten von Hα sich in ein Triplet verwandle. Berndt [135] sieht entweder nur Verbreiterung oder die Linien werden parallel den Kraftlinien Paare, senkrecht dazu Triplets. — Siehe auch Dufour [161].

Endlich ware zu erwahnen, dass das erste Wasserstoffspectrum auch in Kanalstrahlen auftritt und hier den Doppler-Effect zeigt. [Siehe 119, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 172.]

Cornu [70] macht ausfuhrliche Angaben uber die Herstellung von Wasserstoffrohren, Crookes [53] giebt an, bei einem Druck von 3 mm seien die Linien am hellsten, doch hangt das naturlich ganz von der Entladungsart und der Beschaffenheit der Rohren ab, es finden sich zahlreiche abweichende Angaben, die ich nicht anfuhre, da sie eben nur fur die gerade gewahlten Versuchsbedingungen gelten.

II. Zweites Wasserstoffspectrum.

Plucker und Hittorf [15] entdeckten zuerst, dass neben den Linien des ersten Spectrums sehr haufig, namentlich bei kleinerem Druck, noch eine grosse Anzahl anderer Linien auftreten, vor Allem im Roth und Gelb, die aber keine Banden bilden, sondern ein richtiges Linienspectrum, und sie hielten dies fur ein zweites Spectrum des Wasserstoffs, welches niedrigerer Temperatur entspreche. Dasselbe Spectrum findet und beschreibt dann Wullner [18], der aber hier und in spateren Arbeiten vielfach von Banden spricht. Bei sehr kleiner Dispersion konnen allenfalls die an einzelnen Stellen zahlreicheren Linien wie Banden aussehen, aber doch nur fur einen ungeubten Beobachter, und es muss gegen diese immer wieder auftauchende Angabe, Wasserstoff habe ein Bandenspectrum, nachdrucklich Stellung genommen werden. Zu gleicher Zeit hatten Berthelot und Richard [1]) das Spectrum des Acetylens untersucht und darin nach ihrer Beschreibung ein cannelirtes Spectrum im Roth und Gelb gesehen, welches sie fur das Spectrum des Acetylens hielten.

1) Vergleiche die Angaben bei „Kohlenstoff“.

Sie können nur das zweite Wasserstoffspectrum vermischt mit Kohlebanden gehabt haben, obgleich ihre Beschreibung dazu gar nicht passt.

Nachdem zuerst Dubrunfaut [26, 27] gegen Wüllner die Existenz des zweiten Spectrums bestritten, sagt Ångström [30], das Spectrum gehöre entweder „zu einer Verbindung des Wasserstoffs mit sich selbst, oder einem fremden Körper“, und es sei am wahrscheinlichsten, dass es zu Acetylen gehöre.

Der Kampf um dies Spectrum hat lange gedauert, indem die einen es für Wasserstoff, die andern für Acetylen oder eine sonstige Verunreinigung erklärten. So sprechen Reitlinger und Kuhn [25] für Wasserstoff, auch Seabroke [33], der eine Reihe von Linien nach der Kirchhoffschen Scala misst, darunter aber mehrere N-Linien, und Vogel [34], der ebenfalls Messungen macht, halten es für Wasserstoff. Wüllner [35] vertheidigt ebenfalls das „Bandenspectrum“, bemerkt, es trete stärker an der Kathode auf. Schuster [36] dagegen und Salet [37] leugnen die Existenz eines zweiten Wasserstoffspectrums, weil es ihnen gelungen ist, Röhren herzustellen, die das Spectrum nicht zeigen, es sei Acetylen. Salet ist davon so überzeugt, dass er in seinem 1888 erschienenen Lehrbuch der Spectroscopie nicht einmal die mögliche Existenz eines zweiten Spectrums erwähnt. Stearn [38] wendet sich gegen Schuster, und er und Lee [40] vertreten wieder die Herkunft von Wasserstoff.

Lengyel [43] dagegen und Ciamician [1]) sind wieder überzeugt, dass es sich um Acetylen handle. Nun untersucht auch Wüllner [52] das Acetylenspectrum, findet die Banden von CO und Linien des zweiten Spectrums gemischt (letztere erkennt er freilich nicht), bleibt also dabei, das zweite Spectrum gehöre zu H, nicht zu Acetylen, welches ein besonderes Spectrum habe.

Eine Reihe wichtiger Arbeiten liefert dann Hasselberg. In der ersten [58] bespricht er die bisherige Literatur, findet, dass das zweite Spectrum bei starken Entladungen auch bei hohem Druck (22 mm) auftritt, bei schwachen Entladungen nur bei geringem Druck. Das Spectrum sei kein Bandenspectrum, es gehöre also auch zu keiner Verbindung; da in seinen Röhren keine Spur von C oder ihren Verbindungsbanden sichtbar war, könne es auch nicht zu Acetylen gehören. Er misst dann das Spectrum mit einem Prisma. — In einer zweiten Abhandlung [62] benutzt Hasselberg grössere Dispersion, misst das Spectrum von $H\alpha$ bis 441 $\mu\mu$, in einer dritten Abhandlung [69] endlich photographirt er das Spectrum und misst die Platten bis 4062.

Smyth [74] misst in dem Spectrum 1625 Linien, die er aber in reciproken englischen Zoll angiebt, meines Wissens hat sich noch niemand der Mühe der Umrechnung unterzogen, und auch ich habe darauf verzichtet.

Hutton [112] stellt Wasserstoff, um das Gas möglichst rein zu erhalten, aus Palladium her, welches H occludirt hatte: es zeigt sich das zweite Wasserstoffspectrum, welches er compound-Spectrum nennt nach dem Vor-

---

1) Vergleiche die Angaben bei „Kohlenstoff“.

gange Schuster's bei Sauerstoff Wird eine Spur Sauerstoff zugefugt, so zeigt sich auch das erste Spectrum — Daran knupft Richards [118] an, der, wenn ich ihn richtig verstehe, meint, das erste Spectrum, welches er „heisses Spectrum“ nennt, im Gegensatz zum zweiten, das „weisses Spectrum“ genannt wird, entstehe aus H_2O, er scheint annehmen zu wollen, bei der Dissociation von H_2O seien die H-Atome in geeigneterem Zustand, um das erste Spectrum zu geben Noch entschiedener vertritt diesen Standpunkt Trowbridge [123], der sagt, das zweite Spectrum gehore zu H, das erste zu H_2O, das Vorhandensein des letzteren in der Sonne beweise, dass auf ihr Wasserdampf, also O existire Im Uebrigen enthalt diese Arbeit so viele falsche Deutungen der Spectra und falsche Schlusse, dass ein naheres Eingehen auf sie nicht lohnt

Parsons [128] experimentirt mit Wasserstoff, gelangt zum Schluss, es sei nichts beobachtet worden, was auf einen Zusammenhang des ersten Spectrums mit Wasserdampf hindeute Er meint weiter, das erste Spectrum sei characteristisch fur oscillirende Entladung, das zweite fur continuirliche Auch Lewis [137] widerlegt Trowbridge Schon fruher hatte sich Lewis [116] mit Wasserstoff beschaftigt, als er photometrisch den Einfluss von Verunreinigungen, Hg, O, H_2O, auf das Wasserstoffspectrum untersuchte Er fand, dass geringe Mengen Hg die Helligkeit beider Wasserstoffspectra erheblich herabdrucken Auch Sauerstoff beeinflusst die Helligkeit, und zwar wirkt er verstarkend, wenn der Druck kleiner als 1,5 mm ist, schwachend, wenn der Druck hoher ist Wasserdampf wirkt analog — Das zweite Wasserstoffspectrum gehore zu Wasserstoff, da sich die Intensitaten des ersten und zweiten Spectrums immer gleichzeitig andern — Photometrische Messungen von Ferry [111] an beiden Wasserstoffspectren uber Einfluss von Druck und Stromstarke seien an dieser Stelle erwahnt

Frost [136] misst eine Anzahl der Linien des zweiten Spectrums zwischen 4723 und 4358 Liveing [146] meint, das erste Spectrum entspreche der Anode, das zweite der Kathode, dass letzteres an der Kathode leichter auftrete, ist mehrfach bemerkt, z B von Wullner, wie oben gesagt Sheard [181] sagt, das erste Spectrum sei ein Spectrum erster Ordnung, das zweite eines zweiten Ordnung Damit ist freilich gar nichts gesagt, denn die Spectra zweiter Ordnung im Sinne von Plucker und Hittorf sind Bandenspectra, soll der Ausspruch bedeuten, dass das zweite Spectrum niedrigerer Temperatur oder schwacherer Erregung entspreche, so wiederholt Sheard nur, was schon Plucker und Hittorf sagen

Schniederjost [144] findet immer beide Spectra zusammen

Eine sehr ausgedehnte Arbeit hat dann Dufour [161] geliefert, in welcher er nochmals den Nachweis fuhrt, dass in der That beide Spectra zum Wasserstoff gehoren Die Arbeit ist weniger durch dies Resultat, — welches nach meiner Meinung fur jeden, der mit der Literatur vertraut ist, feststand, — als durch das grosse experimentelle Geschick bemerkenswerth — Er be-

schreibt zunächst die verschiedenartige Herstellung des Wasserstoffs und der Geisslerrohren, die nur äussere Electroden haben, um die Verunreinigungen, die von den Metallelectroden herkommen, fern zu halten. Er erhält immer beide Spectra. Da man nun einwenden könnte, das zweite käme doch von C + H, das sich beim Blasen des Rohres an der Glaswand festgesetzt habe, stellt er sich Quarzröhren in der H + O-Flamme her. Die Röhren werden vollkommen leer gepumpt und zugeschmolzen, dann wird die Einführung von H dadurch ermöglicht, dass Quarzglas bei hoher Temperatur nur für dies Gas durchlässig wird.

Da das Spectrum identisch bleibt, könnte man noch einwenden, es entstehe durch Wirkung des Gases auf die Gefässwand, also auf Si. Dufour stellt sich daher Geisslerröhren aus Borsäure her, aber auch hier treten beide Spectra auf. Dann erzeugt er das Spectrum in Wasserdampf: es tritt nur das erste Spectrum auf, in Wasserstoff dagegen, der in ein mit allen Mitteln getrocknetes Glasrohr mittelst Diffusion durch eine glühende Platinwand eingefüllt wird, sind beide Spectra vorhanden. — Das Endresultat ist, dass beide Spectra dem Wasserstoff angehören.

Nachdem dann eine Anzahl Linien zwischen 4935 und 3652 gemessen ist, wird in einem weiteren Theile der Arbeit das Verhalten beider Spectra gegenüber Aenderungen des Druckes und der Entladungsart besprochen. Es ergiebt sich, wie bekannt, dass condensirte Entladung namentlich das erste Spectrum verstärkt. Dagegen giebt stille Entladung fast nur das zweite Spectrum, wenn auch so lichtschwach, dass eine Exposition von 4 Tagen nöthig war, um es zu photographiren.

Es folgt dann eine Untersuchung des Zeemanphänomens senkrecht zu den Kraftlinien. Die Linien des ersten Spectrums werden in Paare verwandelt, von denen des zweiten Spectrums wird die Mehrzahl gar nicht beeinflusst. Die übrigen werden in drei oder vier Componenten gespalten, aber in verschiedener Weise: während die einen sich normal verhalten, insofern die äusseren Componenten parallel den Kraftlinien polarisirt sind, zeigen andere das entgegengesetzte Verhalten. Am deutlichsten ist das bei der Linie 6002.25. — Dufour sagt hier, — ohne es zahlenmässig zu begründen, — die schwächsten Linien des zweiten Spectrums hätten gleiche Schwingungsdifferenzen, das Spectrum bestehe also aus einem sehr complicirten Linienspectrum, welches auf ein sehr lichtschwaches Bandenspectrum aufgelagert sei, das nur mit äusserst lichtstarken Spectroscopen sichtbar sei. Von 3652 an wird das Spectrum continuirlich.

In einem letzten Abschnitt werden endlich Hypothesen zur Erklärung der beiden Spectra erörtert, der Verfasser meint, wie schon andere vor ihm, Wasserstoff könne dissociirt werden; dem dissociirten Wasserstoff entspreche das erste Spectrum, dem nicht dissociirten das zweite.

Auch Hogley [183] schliesst, das erste und zweite Spectrum rühren von Wasserstoff her, die Versuche werden so ausgeführt, dass mit dem Geissler-

rohr ein Gefass mit ausgegluhter Kohle verbunden ist Wird diese durch flussige Luft gekuhlt, so werden beide Spectra in gleichem Maasse geschwacht Dufour [184] bemerkt dazu, dass er aus der gleichen Thatsache denselben Schluss gezogen habe, ebenso hatte das schon Lewis [116] gethan

Die genauesten Messungen dieses Spectrums führt dann Watson [186] aus, der auch wieder fur die Zugehorigkeit zu Wasserstoff eintritt Er sagt, das Spectrum zerfalle in zwei Theile, der erste Theil liegt in Roth, Gelb und Grun, der zweite Theil von 4570 bis ins Ultraviolett scheine continuirlich zu sein, doch liegen darin noch viele Linien Ob aber die von Watson gemessenen kurzwelligen Linien nicht zum Theil wenigstens dem Wasserdampfspectrum angehoren, ist unbekannt

III. Weitere Linienspectra.

Neben dem ersten und zweiten Spectrum zeigt Wasserstoff noch andere das erste Spectrum endigt bei etwa 3646, das zweite wird von 3652 an nach Dufour continuirlich Nun hat aber Schumann bei seinen Untersuchungen mit Vacuumspectrographen für das Schumannsche Gebiet, d h unter 180 $\mu\mu$, ein neues ausserst linienreiches Spectrum des Wasserstoffs gefunden, und in zahlreichen Abhandlungen [84, 100, 121, 122, 141] beschrieben, wie es ihm gelungen ist, unter Ueberwindung grosser Schwierigkeiten das Spectrum zu immer kurzeren Wellenlängen zu verfolgen und schliesslich bis zur Wellenlange von etwa 123 $\mu\mu$ vorzudringen Er hat auch die Wellenlänge der starksten Gruppe mit Gitter annahernd bestimmt und eine Photographie des ganzen Spectrums veroffentlicht [141] Spater hat Lyman [145, 159] diese Untersuchungen aufgenommen, und es gelang ihm, in ausgezeichneten Arbeiten mit dem Gitter zahlreiche Linien zu messen

Ob dies Spectrum ein drittes Spectrum ist, oder ob es die Fortsetzung des zweiten Spectrums bildet, ist unbekannt, ich will es das Schumannsche Wasserstoffspectrum nennen Dieses Spectrum wird nach Schumann [121] weder durch Druckanderung noch durch Einschaltung von Capacität u s w wesentlich geändert, namentlich zeigen die Linien kein Bestreben, sich zu verbreitern

Lyman findet, dass zwischen 2000 und 1675 keine Wasserstofflinien vorhanden sind Von da an beginnen zahlreiche Linien, welche er bis 1228 auf etwa 0,3 A genau messen kann, dann bis 1030 bis auf 1 A genau. Darunter sind noch zwei Linien sichtbar bei etwa 1010 und 1000 Auch Lyman bestätigt, dass Einschaltung von Capacitat das Spectrum nicht andert Es treten freilich dabei neue Linien zwischen 1900 und 1400 auf, da dieselben aber auch im Luftspectrum durch Capacitat hervorgerufen werden, mussen sie einer Verunreinigung angehoren.

Dann aber hat Schumann [121] gefunden, dass im kurzwelligen Gebiet noch ein zweites, vollstandig neues Wasserstoffspectrum existirt Das erste Schumannsche Spectrum tritt in Geisslerrohren auf, das zweite bei Funkenentladungen zwischen Metallelectroden in Wasserstoff von Atmospharendruck.

Dabei treten bei allen Metallen neben den besonderen Metalllinien eine Menge gemeinsamer Linien auf, die nur dem Wasserstoff angehören können, sie werden um so schwacher, je näher die Electroden stehen. Auch diese Linien verbreitern sich nicht. Leider liegen Messungen bisher nicht vor.

IV. Bandenspectra.

Hertz [64] theilt folgende Beobachtung mit: Wenn man in mässig verdünntem Wasserstoff Entladungen übergehen lässt, eine Electrode noch von einem Glasröhrchen umgiebt, so sieht man ausser dem Entladungsfunken noch einen aus dem Röhrchen austretenden indigoblauen Strahl. Auch Goldstein [65] hat die Erscheinung gesehen, und sagt, das Licht zeige mindestens 10 Banden. Nach den Angaben für andere Gase kann man schliessen, dass es sich um Kanalstrahlen handle; aber woher kommt die blaue Farbe und die Banden? Diese Erscheinung ist also noch völlig ungeklärt, vor Allem ist es nicht zweifelsohne, ob das gesehene Spectrum auch zu H gehört, ob das Gas ganz rein war.

Ebensowenig geklärt ist eine Angabe von Himstedt und von Dechend [164]. Sie untersuchen photographisch das Spectrum der Glimmentladung in Wasserstoff. Sie finden in der Nähe der Spitzenelectroden das zweite Wasserstoffspectrum, wie Dufour, in weiterem Abstande aber ein neues unbekanntes Bandenspectrum. Es sollen zwei Serien nach Roth abschattirter Banden vorhanden sein; für einige Kanten sind die Wellenlängen gegeben: 404, 394, 383, 374, 364, 355.

Fasse ich alles bisher Besprochene zusammen, so haben wir von Wasserstoff vier verschiedene Linienspectra:

1) das erste Wasserstoffspectrum. Es wird auch rothes Spectrum, oder Vier-Linien-Spectrum oder elementares Spectrum genannt. Es tritt in Geisslerröhren mit H oder H_2O, bei Funkenentladungen, im Bogen auf, und besteht aus der ersten Nebenserie, während in einigen Sternen auch die zweite Nebenserie und vielleicht eine Linie der Hauptserie sichtbar ist.

2) Das zweite Wasserstoffspectrum, auch das weisse oder Viel-Linien-Spectrum oder compound-Spectrum, fälschlich auch Bandenspectrum genannt. Es tritt nur im Geisslerrohr, namentlich bei schwächeren Entladungen auf, doch bei Gleichstrom, auch wenn derselbe sehr stark ist. Es scheint nur in Begleitung des ersten Spectrums sichtbar zu sein, während das erste Spectrum auch ohne das zweite vorzukommen scheint.

3) Das erste Schumannsche Spectrum, erscheint nur bei kleinerem Druck, liegt ganz im Gebiet der Schumannschen Strahlen.

4) Das zweite Schumannsche Spectrum, liegt in demselben Gebiet, erscheint aber bei Atmosphärendruck.

Ferner sind zwei Bandenspectra beobachtet:

5) Das Bandenspectrum von Goldstein, noch recht zweifelhaft.

6) Das Bandenspectrum von Himstedt und von Dechend bei Glimmentladung.

Erstes Wasserstoffspectrum.

Paschen (176)	Ames (79)	Dyson (163 a)	Evershed (134)	Evershed (140)	Pickering (130)	Bezeichnung	Serie
18751 3	—	—	—	—	—		
12817 6	—	—	—	—	—		
	6563 04	—	—	—	—	Hα	I N 3
	—	—	—	—	5413 6	Hβ'	II N 4
	4861 49	—	4860 9	4861 57	—	Hβ	I N 4
	—	—	—	—	4542 4	Hγ	II N 5
	4740 66	—	4341 0	4340 53	—	Hγ	I N 5
	—	—	—	—	4200 7	Hδ'	II N 6
	4101 85	4101 92	4102 3	4102 00	—	Hδ	I N 6
	—	—	—	—	4026 0	Hε'	II N 7
	3970 25	3970 21	—	3970 33	—	Hε	I N 7
	—	—	—	—	3924 0	Hζ'	II N 8
	3889 15	3889 15	3889 21	3889 15	—	Hζ	I N 8
	—	—	—	—	3860 8	Hη'	II N 9
	3835 6	35 53	35 60	35 51	—	Hη	I N 9
	—	—	—	—	3815 7	Hϑ'	II N 10
	3798 0	3798 06	3798 05	3798 00	—	Hϑ	I N 10
	—	—	—	—	3783 4	Hι'	II N 11
	3770 7	70 79	70 78	70 73		Hι	I N 11
	3750 15	50 32	50 25	50 27		Hκ	I N 12
	3734 15	34 52	34 54	34 53		Hλ	I N 13
	3721 8	22 05	22 04	21 98		Hμ	I N 14
	3711 9	12 12	12 14	12 13		Hν	I N 15
		04 00	03 99	04 01		Hξ	I N 16
		3697 29	3697 22	3697 28		Ho	I N 17
		91 70	91 71	91 70		Hπ	I N 18
		87 00	87 05	86 96		Hρ	I N 19
		82 92	82 93	82 94		Hσ	I N 20
		79 50	79 48	79 52		Hτ	I N 21
		76 54	76 43	76 51		Hυ	I N 22
		73 90	73 84	73 87		Hφ	I N 23
		71 46	71 53	71 53		Hχ	I N 24
		69 58	69 52	69 55		Hψ	I N 25
		67 89	67 70	67 83		Hω	I N 26
		66 21	66 15	66 25		H 27	I N 27
		64 78	64 71	64 74		H 28	I N 28
		63 58	63 40	63 55		H 29	I N 29
		62 35	62 14	62 36		H 30	I N 30
		61 35	61 16	61 31		H 31	I N 31

Die Zahlen von Evershed sind auf das Vacuum reducirt nach den Messungen von Kayser und Runge über die Dispersion der Luft. Für Hδ misst Wright [109] 4101 89, Adams [144] 4101 91, Evershed [152] 4101 900, letzterer für Hε 3970 212. — Dass wahrscheinlich eine Linie 4688, welche in Sternen und Nebeln beobachtet ist, eine Linie der Hauptserie ist, ist schon erwähnt.

Zweites Wasserstoffspectrum.

Watson (186)		Hasselberg (62)		
6527 63	1			
17 99	1			
06 82	1			
6475 70	0			
73 92	0			
41 83	0			
38 10	0			
35 02	0			
33 80	0			
29 57	0			
28 36	2	6422 67	1	
12 96	0	—		
02 51	1	—		
6399 71	1	6394 32	1	
83 20	0	—		
80 30	0	—		
77 59	0	—		
72 40	0	—		
65 07	0	—		
62 67	1	58 54	1	
40 75	2	37 60	1	
35 53	0	—		
32 70	1	—		
29 84	0u	—		
27 25	8	23 87	4	
20 64	0	—		
03 68	0	00 75	1	
02 46	0	—		
6299 60	5	6296 90	3	
85 56	4	83 39*	3	
77 30	1	—		
75 10	2	73 00	1	
71 55	2	69 63	1	
68 20	0	—		
49 42	0	—		
40 42	0	—		
38 57	6	37 26	3	1)
36 03	0	—		
33 22	1	32 09	1	
30 48	2	—		
25 02	10	23 96	4	1)
21 99	0	—		
01 38	2	00 76	1	
6199 58	4	6198 67	4	1)
98 11	0	—		
97 32	2	96 14	3	1)
83 19	4	82 19	4	1)
76 40	0	75 47	2	
6175 14	0	—		
74 28	1	6173 57	3	
69 85	1	69 46	2	
67 92	0	67 07	1	
64 41	0	63 95	2	
62 63	0	—		
61 81	1	61 22	3	
59 82	0	58 68	1	
55 68	0	54 94	2	
53 48	0	52 65	1	
51 83	0	50 74	1	
—		45 70	1	
44 29	0	43 33	1	
43 30	0	40 68	1	
39 72	0	38 80	1	
35 56	6	34 45	6	1)
34 58	2	—		
32 06	0	—		
27 53	2	26 61	4u	1)
22 01	10	20 98	6	1)
—		18 42	1	
09 81	0	12 04	1	
08 19	0	07 53	1	
6098 45	3	6097 66	2	1)
97 57	0	—		
96 21	4	95 20	4	1)
—		93 00	1	
91 16	3	90 00	3	2)
—		83 85	1d	
80 03	9	80 00	5	1)
79 28	0	78 41	1	
74 66	1	73 82	3	1)
70 21	2	69 56	5	2)
67 96	1	66 82	3d	1)
66 89	1	—		
63 54	1	62 88	3	1)
56 28	0	55 67	1	1)
53 49	0	—		
52 58	1	52 06	4u	1)
48 10	0	47 24	2	1)
45 80	0	44 44	1	1)
44 80	0	42 30	1	1)
41 27	1	40 23	1	1)
32 14	5u	31 07	6	1)
30 30	0u	—		
28 21	6	27 21	4	2)
24 00	4	22 87	3	1)
21 53	4	20 43	4	2)
6018 53	9	6017 46	6	1)
12 82	0	—		
11 72	0	11 02	1d	
07 27	0	06 40	1	
05 19	0	04 24	1	
03 08	4	02 25	3	2)
5998 19	0	5997 38	1	
94 30	4	93 74	3	1)
92 14	0u	91 95	3	1)
90 79	1	89 91	3	1)
89 47	3	88 42	3	1)
82 79	3	82 17	4	2)
75 68	8	74 87	5	1)
74 45	1	—		
70 49	1	69 15	3	
67 55	1	66 57	3	1)
63 70	1	62 62	3	2)
59 98	3	59 00	3	2)
56 64	0	55 47	1	
50 15	6	49 15	4	1)
47 56	2	46 80	3	1)
43 65	0	42 86	1	
42 24	0	41 15	1	
38 87	6	37 91	5	2)
36 29	1	35 36	1	
31 62	6	30 77	5	2)
26 14	0	27 48	1	
25 09	2	24 17	4	1)
20 95	2u	20 09	4	1)
18 37	0	—		
16 76	1	15 60	4	1)
16 31	1	—		
—		11 32	1	
09 71	0	09 02	2	
—		04 66	1	
03 77	0	03 06	1	
00 92	0	5899 97	1	
—		97 50	1	
5896 21	0	95 41	1	
94 24	0	93 36	1	
91 55	0	91 15	1	
90 19	2	—		
89 29	2	—		
88 41	3	87 87	6	
84 91	2	83 52	6	
84 18	2	—		
82 17	0	—		
79 55	1	78 08	4	

1) Diese Linie zeigt nach **Dufour** keinen Zeeman-Effect

2) Diese Linie zeigt nach **Dufour** Zeeman-Effect

Watson (186)		Hasselberg (62)		
5878 73	2	—		
76 35	0	5875 45	1	
72 12	2u	71 38	4	
70 30	0	—		
69 47	2	68 76	4	
64 74	1	63 91	2	
61 77	0	61 01	1	
59 96	1	59 32	1	
57 40	0	56 67	1	
52 72	6	50 96	2	
40 56	2	48 61	2	
—		46 84	1	
36 28	5	35 45	4	1)
33 18	2u	32 34	2	
31 27	1	30 53	2	
24 64	0	24 00	1	
22 99	3	22 00	3	1)
22 28	1	—		
19 58	1	18 82	3	
16 70	1	16 10	1	
15 18	2	14 48	3	
12 82	5	12 00	6	1)
11 74	1	—		
06 35	2	04 50	1	
—		03 10	1	
01 45	0	5799 92	1	
5799 25	0	97 80	1	
96 82	0	95 17	1	
94 94	1	93 33	2	
91 93	2	90 52	2	
88 50	1	86 32	1	
86 00	3	84 49	4	1)
83 32	0	—		
80 24	0	—		
79 22	0	78 12	3	
75 28	2	73 85	4	1)
73 48	1	72 02	1	
66 26	0	65 42	2	
63 60	0	—		
63 01	0	61 94	1	
60 58	1	59 35	3	
59 76	1	—		
57 57	1	56 42	3	
55 96	0	—		
42 05	0	—		
40 15	0	39 55	1	
38 48	0	37 90	1	
37 06	3	34 77	4	1)
35 37	1	33 30	1	
32 11	2	29 85	4	1)
28 76	2	26 56	4	1)

Watson (186)		Hasselberg (62)	
5723 63	0	5721 63	1
16 31	0	14 17	1
13 59	1	11 83	2
09 93	0	08 14	1
03 50	0	02 25	3
00 84	0	5699 34	1
5697 76	0	96 09	1
94 35	0	92 97	1
89 43	2u	88 10	4
84 33	0	83 09	3
—		81 64	3
—		75 36	1
—		73 62	1
—		71 88	2
71 10	0	69 70	2
—		66 37	2
—		62 46	1
61 97	0	60 80	2
—		58 57	2
—		56 66	2
55 98	1	54 61	3
—		51 50	1
47 87	0	46 41	1
—		45 17	1
—		41 54	3
35 05	0	33 43	3
—		30 97	1
—		29 30	2
—		25 80	2
—		22 89	1
—		21 24	1
21 09	0	19 05	1
—		15 33	1
12 77	1	10 80	4
—		07 84	1
—		02 46	2
00 65	0	5598 55	3
—		95 65	3
—		90 25	1
—		78 33	1
—		73 11	1
—		71 25	1
—		63 51	1
—		60 85	1
—		54 04	1
5552 60	0	51 45	2
—		46 67	1
43 71	0	42 26	2
37 67	0	36 40	4
—		32 84	1
—		29 04	1

Watson (186)		Hasselberg (62)	
—		5525 98	1
—		23 04	1
—		20 52	1
—		17 24	2
—		14 32	1
—		06 78	1
5505 79	2	04 50	4
5499 84	1	5498 45	4
96 23	0	94 79	3
—		93 07	1
81 31	2	80 04	4
75 08	0	73 81	1
		70 64	1
—		64 30	1
—		56 18	1
—		53 96	1
—		51 45	1
—		45 85	1
38 06	0	38 98	1
35 06	1u	33 83	3
—		29 96	1
—		27 84	1
26 20	1	25 00	3
20 10	4	19 03	4
18 05	0	17 36	1
—		09 26	1
09 02	0	08 18	1
—		06 26	1
—		04 50	1
01 28	1	00 48	2
5399 24	0	5398 56	2
—		97 59	1
94 36	0	94 15	1
92 55	0	91 67	1
—		90 51	1
88 35	3	87 53	4
—		86 05	2
72 07	0	72 59	2
66 20	0	65 00	2
56 13	0	55 78	1
44 01	0	43 17	2
43 43	0	—	
36 69	1	—	
34 46	0	31 04	1
—		21 36	1
19 32	0	19 60	1
18 06	0	17 28	2
—		13 18	1
—		08 38	2
03 35	2	02 64	4
5291 79	1	5290 78	3

1) Diese Linie zeigt nach Dufour keinen Zeeman-Effect.

Watson (186)		Hasselberg (62)		Ames (79)
5284 65	0	5283 64	2	
—		77 78	1	
72.48	2	72 00	3	
70 63	0	—		
66 22	2	65 78	3	
—		63 65	3	
61 34	1	60 94	2	
56 78	1	56 23	2	
—		37 36	2	
—		30 30	1	
5229 79	0	28 05	2	
26 90	0	25 43	2	
24 52	0	—		
—		21 66	2	
—		19 73	1	
—		13 67	2	
—		04 39	1	
—		01 93	1	
—		5198 93	2	
5196 55	1	95 90	3	
93 72	0	—		
—		90 09	1	
—		87 55	1	
80 93	0	80 14	2	
74 98	0	74 26	2	
—		70 88	1	
—		68 09	1	
—		64 59	1	
—		56 25	1	
—		53 86	2	
49 10	0	46 48	2	
43 68	0	42 84	2	
—		36 65	1	
—		33 66	1	
—		31 54	1	
—		27 29	1	
22 64	0	22 56	1	
20 86	0	20 61	1	
13 36	1	13 29	3	
—		08 45	1	
—		06 46	1	
—		02 78	2	
—		5099 06	1	
—		95 58	1	
—		94 20	1	
—		89 54	1	
5085 03	1	84 56	3	5084 9
—		81 00	3	—
80 73	0	79 83	3	—
75 62	1	74 90	2	—
—		71 82	1	—

Watson (186)		Hasselberg (62)		Ames (79)		Dufour (161)		
—		5069 53	1	—				
5068 24	1	67 46	3	—				
64 08	0	63 32	3	—				
61 92	0	61 22	2	—				
55 25	1	54 22	4	5055 2				
—		48 73	2	—				
—		47 11	2	—				
44 03	0	—		—				
—		40 91	3	—				
40 00	0	38 94	3	—				
30 56	0	29 60	3	—				
—		19 80	1	—				
16 53	1	15 87	3	—				
15 27	2	14 13	4	—				
13 23	4	12 21	4	13 15				
11 48	1	10 76	1	—				
08 24	1	07 54	3	—				
03 57	2	02 70	3	—				
—		4997 26	2	—				
—		95 80	2	—				
—		89 53	1	—				
—		88 64	1	—				
—		82 54	1	—				
4980 55	1	79 62	3	—				
—		78 16	1	—				
—		77 24	1	—				
—		75 60	1	—				
73 43	3	72 51	4	4973 3	8			
69 35	0	68 44	2	—				
66 98	1	66 13	3	—				
—		60 42	1	—				
56 90	1	56 02	3	—				
55 91	0	54 92	3	—				
—		52 03	1	—				
45 07	2	44 21	1	—				
—		41 67	1	—				
39 90	0	38 82	2	—				
39 23	0	—		—				
35 29	0	35 80	1	—				
34 43	4	33 54	5	—		4934 8	5	[2]
33 68	1	—		—		—		
32 45	1	31 50	2	—		—		
28 88	5	27 95	5	28 8	8	28 2	5	[2]
—		24 84	1	—		—		
24 20	0	23.58	1	—		—		
19 30	0	18 42	2	—		—		
09 00	1	08 16	2	—		—		
06 39	1	05 50	2	—		—		
01 99	0	01 00	1	—		—		
01 03	0	00 24	1	—		—		
4896 69	0	4895 65	2	—		—		

2) Diese Linie zeigt nach **Dufour** Zeeman-Effect

Watson (156)		Hasselberg (62)		Ames (79)		Dufour (161)	
4891 44	1	4890 46	2	—		—	
88.77	0	87 68	1	—		—	
86 62	0	85 45	1	—		—	
83 97	0	83 14	1	—		—	
—		77 16	1	—		—	
76 09	2	75 23	3	4876 1	4	—	
74 41	0	—		—		—	
73 20	3	72 40	3	—		4873	3
69 58	1	68 78	1	—		—	
67 16	1	66 34	1	—		—	
60 28	0	—		—		—	
58 91	0	—		—		—	
56 73	4	55 77	2	—		57	3
49 47	4	48 57	3	—		49 3	3
43 65	1 u	42 67	1	—		—	
—		41 45	1	—		—	
38 39	2	37 31	2	38 3	4	—	
32 93	1	—		—		—	
31 73	0	—		—		—	
30 91	0	—		—		—	
24 67	1	—		—		—	
23 10	2	22 20	2	—		—	
17 71	1 u	—		—		—	
13 76	2	12 93	2	—		—	
07 49	1	—		—		—	
02 14	0	—		—		—	
4797 90	3	4796 81	3	4797 9	4	4798	3
97 14	2	96 08	2	—		—	
94 11	1	92 97	2	—		—	
91 02	1	89 93	1	—		—	
89 58	1	88 41	1	—		—	
86 23	1	85 00	1	—		—	

Watson (156)		Hasselberg (62)		Ames (79)		Dufour (161)		Frost (136)	
4785 03	1	4783 74	1	—		—			
—		81 65	1	—		—			
81 12	2	79 77	2	—		—			
77 59	2	76 36	2	—		—			
—		72 92	2	—		—			
70 87	0	69 56	1	—		—			
68 35	0	—		—		—			
67 43	0	—		—		—			
63 96	3	62 53	2	4764 0	3	—			
58 72	0	—		—		—			
56 89	1	—		—		—			
55 42	0	—		—		—			
51 72	0	—		—		—			
43 56	1	42 53	1	—		—			
42 90	1	41 86	1	—		—			
42 19	0	—		—		—			
41 14	1	40 31	1	—		—			
32 96	0	—		—		4732 6	1		
30 87	1	—		—		—			
29 13	0	—		—		28 6	1		
25 00	2	—		—		—			
23 17	6	22 33	3	—		22 8	3	4723 16	15
21 76	0	20 43	1	—		—		—	
19 18	6	18 33	4	19 2	5	19	4	19 11	8
14 10	2	13 14	2	—		14	2	—	
11 17	1	10 33	1	—		—		—	
09 68	3	08 72	2	—		09 7	2	—	
08 70	0	—		—		—		—	
05 42	0	—		—		—		—	
02 73	1	01 63	1d	—		—		—	
4692 18	1	4691 22	1	—		—		—	
90 30	3	89 39	2	—		4690	2	4690 3	8

Watson (186)		Hasselberg (62)		Ames (79)		Dufour (161)		Frost (136)		
4686 94	2	4685 97	1	—		—		—		
86 26	1	85 47	1	—		—		—		
84 79	1	83 67	1	—		—		—		
83 96	4	83 00	3	4683 95	5	4683 6	4	4683 97	12	
82 48	2	81 66	2	—		—		—		
81 56	0	—		—		—		—		
80 57	1	79 60	2	—		—		—		
79 26	2	78 30	1	—		—		79 3	2	
75 41	0	74 58	2	—		—		—		
74 62	1	74 02	2	—		—		—		
73 26	1	72 51	1	—		73	2	—		
71 46	2	70 76	2	—		71 8	2	71 5	5	
70 79	1	—		—		—		—		
70 14	0	—		—		—		—		
69 39	1	—		—		—		—		
67 90	1	67 00	1	—		—		—		
67 23	1	—		—		—		—		
65 73	2	64 90	2	—		—		—		
62 94	4	62 25	2	—		63	2	62 95	15	
61 55	3	60 74	2	—		61 8	2	61 64	5	
60 54	2	59 58	1	—		—		60 6	3	
58 97	0	—		—		—		—		
58 02	0	—		—		—		—		
54 16	1	—		—		—		—		
53 18	4	52 26	2	—		52 9	2	53 18	12	
50 60	0	—		—		—		—		
49 51	0	—		—		—		—		
48 74	0	—		—		—		—		
45 48	1	44 40	1	—		—		45 5	4	
34 77	3	33 60	1	—		—		34 77	20	
34 20	9	33 10	4	34 15	6	34 4	15	34 21	50	2)
32 06	6	30 68	4	—		31 3	8	32 02	50	2)
31 62	3	—		—		—		—		
28 15	6	26 86	3	—		28	5	28 17	20	

Watson (186)		Hasselberg (62, 69)		Ames (79)		Dufour (161)		Frost (136)	
4550 10	1	4548 97	1	—		—		4550 3	3
48 13	1	47 09	1	—		—		—	
47 37	0	—		—		—		—	
43 87	2	42 87	1	—		—		43 89	12
41 20	0	—		—		—		—	
39 35	2	38 39	1	—		—		39 30	3
38 51	0	—		—		—		38 43	10
37 91	0	37 05	1	—		—		—	
36 00	0	—		—		—		—	
34 80	2	33 72	3	4534 8	2	4534 5	2	34 6	10d
34 33	2	—		—		—		—	
33 28	2	32 06	1	—		—		33 3	4
32 13	0	—		—		—		32 2	2
31 35	0	—		—		—		—	
29 26	2	28 07	2	—		—		29 4	4
27 81	0	—		—		—		—	
27 27	0	—		—		—		—	
24 31	2	23 02	2	—		—		24 29	12
23 37	0	22 27	1	—		—		—	
21 63	1	20 40	1	—		—		21 6	3
20 11	0	—		—		—		20 2	5
19 27	0	—		—		—		—	
17 62	1	—		—		—		—	
15 69	0	14 83	1	—		—		15 71	2
15 32	0	—		—		—		—	
14 51	0	—		—		—		14 48	5
13 96	0	—		—		—		—	
12 99	0	—		—		—		—	
11 89	2	—		—		—		—	
11 11	2	09 85	1	—		—		11 0	12
09 29	0	—		—		—		09 1	4
—		—		—		—		07 0	7
05 80	3	04 88	1	—		—		05 80	7
—		—		—		—		05 2	5

4625 35	2	4624 34	2	—		4625	1	4625 53	15
20 90	0	19 94	1	—		—		—	
18 45	3	17 54	3	—		18 4	3	18 47	15
17 69	3	16 79	3	—		—		—	
14 72	0	—		—		—		—	
13 19	0	—		—		—		—	
07 56	2	06 64	1	—		—		07 58	12
05 54	1	—		—		05 2	1	—	
4598 68	1	—		—		—		4598 7	6
97 35	1	—		—		—		—	
92 01	1	—		—		-		—	
90 06	0	—		—		—		—	
88 85	1	—		—		—		—	
85 21	0	—		—		—		—	
84 71	1	—		—		—		—	
84 02	0	—		—		—		—	
82 79	6	4582 03	3	—		4583 2	5	82 78	25[2]
81 76	2	80 83	1	—		—		81 75	9
80 19	7	79 44	4	4580 1	4	80 2	8	80 21	20
79 60	1	—		—		—		79 70	2
78 22	2	77.12	2	—		—		78 22	12
76 07	3	74 80	2	—		76 6	2	76 08	10
72 90	5	71 74	4	—		72 5	4	72 94	35
68 30	7	67 21	4	—		68 2	4	68 35	25
65 80	0	64 38	1	—		—		—	
63 88	1	62 86	2	—		—		63 96	8
62 41	2	61 41	2	—		62 3	2	62 4	3
61 28	0	—		—		—		—	
60 40	0	—		—		—		—	
58 69	2u	57 85	2	—		59 6	2	58 75	15
57 43	2u	56 47	2	—		—		57 46	3
54 34	3	53 33	3	—		—		54 28	7
52 58	0	—		—		—		—	
51 84	0	—		—		—		—	
51 14	2	50 23	2	—		—		51 15	18

4504 70	0	—		—		—		—	
03 99	9	—		—		—		4504 0	6
02 48	0	—		—		—		—	
02 11	3	4501 03	1	—		—		02 2	6
00 21	0	—		—		—		—	
4499 63	0	—		—		—		—	
98 75	1	—		—		—		4498 69	12
98 27	4	4497 53	4	4498 75	4	4498	3	98 25	12
—		—		—		—		95 6	2
93 86	1	92 84	1	—		—		93 84	8
90 62	5	89 75	3	—		90 5	2	90 65	15
88 00	3	—		—		—		88 01	12
86 22	3	85 20	2	—		86 3	2	86 21	8
82 25	1	4481 05	1	—		—		82 2	3 [3]
81 44	0	79 24	1	—		—		—	
79 77	0	—		—		—		—	
79 18	1	77 85	1	—		—		—	
77 27	2	76 15	1	—		—		77 2	3
—		74 95	1	—		—		—	
74 42	3	73 31	2	—		74 4	1	74 42	8
72 18	1	—		—		72 2	1	—	
71 70	1	70 88	1	—		—		—	
68 36	0	—		—		68	3	—	
67 30	3	66 23	2	—		—		67 33	6
64 34	1u	63 10	1	—		—		64 2	3
61 14	6	60 28	3	61 1	5	61 3	3	61 15	20
59 02	1	58 15	1	—		—		59 0	6
56 95	2u	56 10	2	—		56 7	1	56 9	8
55 93	1	54 87	1	—		—		—	
—		53 66	1	—		—		—	
53 24	1u	52 24	1	—		—		53 2	2
50 99	1	50 11	1	—		—		—	
50 07	1	49 13	1	—		—		50 1	3
48 20	1	—		—		—		—	
47 73	4	46 95	3	47 85	3	49	2	47 77	15

2) Diese Linie zeigt nach Dufour Zeeman-Effect

3) Von hier an sind die photographischen Messungen von Hasselberg (69) genommen

Watson (186)	Hasselberg (69)	Ames (79)	Dufour (161)	Frost (136)
4445 42 3	4444 61 2	—	4446 2	4445 4 7
44 42 1	43 54 1	—	—	—
43 08 0	42 23 4	—	—	—
41 58 0	40 72 1	—	—	—
38 61 0	—	—	—	—
—	—	—	—	37 8 9
36 17 0	—	—	—	—
35 11 0	—	—	—	—
34 43 0	—	—	—	—
32 52 0	—	—	—	—
31 61 0	—	—	—	—
26 11 1	25 21 1	—	—	26 1 5
25 33 1	—	—	—	—
23 38 1 u	22 65 1	—	—	23 4 2
—	22 05 1	—	—	22 9 3
21 23 0	—	—	—	—
20 48 1	19 57 1	—	20 5 2	—
19 66 1	18 74 1	—	—	—
17 48 2	16 70 2	—	—	17 49 12
16 53 0	—	—	—	16 4 2
15 25 1	—	—	—	15 16 4
14 39 1	—	—	—	14 43 6
13 66 1	—	—	—	13 70 2
12 42 3	11 67 3	4412 35 5	12 5 3	12 47 15
10 75 1	09 86 1	—	—	—
04 80 0	—	—	—	—
01 77 0	—	—	—	01 8 2
00 89 1	00 22 2	—	—	00 9 2
4398 30 0	—	—	—	4398 3 2
—	—	—	—	93 0 5
92 07 0 u	—	—	—	91 9 3
91 11 1	4390 34 2	—	—	91 13 4
89 26 1	88 53 1	—	—	—
—	86 56 1	—	—	86 4 5

Watson (186)	Hasselberg (69)	Ames (79)	Dufour (161)
4222 32 2	4221 62 3	—	—
19 69 1	—	—	—
16 33 0	—	—	—
12 67 5	11 83 4	4212 65 7	4213 6 4
—	11 27 1	—	—
10 29 3	09 51 2	—	10 4 4
09 34 3	08 53 2	—	—
08 57 0	—	—	—
07 71 0	—	—	—
06 26 1	05 46 1	—	—
05 26 8	04 39 6	05 2 8	06 1 10
02 49 0	—	—	—
01 15 1	—	—	01 3
4199 95 3	4199 19 3	—	00 6 2
98 34 1	97 68 2	—	—
95 82 3	94 98 3	4195 9 6	4196 5 4
94 33 0	—	—	—
89 59 1	—	—	—
88 42 0	—	—	—
82 33 4	81 52 3	—	82 8 3
80 30 3	79 49 5	—	80 4 3
79 70 2	78 98 2	—	—
77 91 2	77 11 2	—	—
77 26 6	76 47 6	77 25 8	77 8 10
75 33 3	74 51 3	—	74 8 2
71 45 4	70 66 4	71 35 7	72 2 3
68 80 0	—	—	—
67 72 0	66 87 1	—	—
65 29 1	64 59 1	—	65 3 }
63 67 2	63 00 1	—	bis } 2
62 09 2	61 35 2	—	62 3 }
59 49 1	58 68 2	—	—
56 86 2 u	55 92 3	—	57 4 1
55 93 0	—	—	—

84 56 0	—	—	—	—
83 62 0	—	—	—	—
81 68 0	—	—	—	—
79 59 1	78 77 2	—	—	—
67 96 0	—	—	—	—
—	—	—	—	58 51 15
—	47 10 5	—	—	
42 07 4	—	—	—	
—	4338 78 3	—	—	
35 70 1	—	—	—	
32 74 1	—	—	—	
30 41 0	—	—	—	
29 84 0	—	—	—	
28 07 0	—	—	—	
18 35 0	—	—	—	
13 16 0	—	—	—	
11 90 0	—	—	—	
08 78 0	—	—	—	
06 41 1	—	—	—	
06 00 0	—	—	—	
04 09 1	—	—	—	
03 60 1	—	—	4303 1	
4295 67 0	—	—	—	
79 53 0	—	—	—	
53 48 1	—	—	—	
46 85 0	—	—	—	
43 55 2	4242 73 2	—	—	
37 61 0	35 92 2	—	4238 1	
34 03 1	33 26 2	—	34 5 1	
33 59 2	32 88 2	—	—	
32 85 1 u	32 12 1	—	—	
31 23 1	—	—	—	
28 94 0	—	—	—	
27 55 2	26 83 1	—	—	
24 68 2	23 89 1	—	24 8 2	
24 10 3	23 36 2	—	23 2 2	
22 70 2	21 96 3	—	—	

52 84 0	—	—	—
51 79 0	—	—	—
46 38 1	45 38 1	—	—
45 77 1	44 77 1	—	—
39 84 0	—	—	—
34 14 1	—	—	—
32 15 1	—	—	—
31 59 1	—	—	—
23 90 0	—	—	—
13 74 1	—	—	—
11 12 1 u	—	—	—
10 24 1	09 43 1	—	—
09 47 1	08 66 1	—	—
08 08 1 u	07 34 1	—	—
—	07 07 1	—	—
06 39 2	05 55 1	—	—
4097 61 2	4096 88 1	—	4098 2
—	95.94 1	—	97 4 2
96 24 1	95 43 1	—	—
95 61 1	94 89 1	—	93 9 4
89 01 1	—	—	—
87 91 4	87 19 2	—	88 7 3
85 39 2	84 68 1	—	86 2 2
84 15 0	82 38 1	—	—
82 53 3	81 85 1	—	83 2 2
81 65 1	80.95 1	—	—
79 03 3	77 32 5	4079 0 5	79 5 4
74 25 2	73 58 1	—	75 1
73 12 2	72 41 1	—	73 6 2
71 39 2	70 72 1	—	—
69 80 6	69 17 4	69 75 7	70 4 10
67 05 6	66 40 3	67 0 7	67 3 10
65 75 2	64 69 1	—	—
63 78 3	63 17 2	—	—
62 64 6	62 07 3	62 6 6	63 2 8
59 47 0		—	—
57 71 0		—	—

Watson (186)		Ames (79)		Dufour (161)	
4056 55	1	—		-	
55 46	1	—		—	
51 43	0	—		—	
48 58	2	—		4050 6	2
43 71	3	—		44 5	2
38 67	0	—		—	
35 73	1	—		—	
34 22	0	—		—	
31 90	0u	—		—	
—		—		30	1
28 46	3	—		29	1
27 50	0	—		—	
26 76	0u	—		—	
24 86	1	—		23	1
21 89	0u	—		—	
19 07	0	—		—	
09 70	0	—		—	
08 95	0	—		—	
06 10	2	—		07 5	1
05 57	2	—		—	
02 60	1	—		03 7	2
00 99	1	—		—	
00 29	1	—		—	
3997 28	3	3997 25	4	3998 3	4
93 95	1	—		—	
93 36	1	—		—	
—		92 2	4	—	
92 00	3	92 0	4	93	5
91 23	1	—		—	
90 17	3	90 15	6	90 4	5
87 06	1	87 0	3	88 bis }	2
82 73	1	82 75	4	82 5 }	
78 94	0	—		80	1
78 27	0	—		—	
77 03	0u	—		—	
75 80	1	—		76	2
74 90	0	—		—	
74 30	1	—		—	
71 58	0	—		—	
63 81	0	—		—	
63 21	1	63 3	3	64 8	3
62 48	1	62 4	2	62 3	2
60 24	0	—		—	
55 36	0	—		—	
51 63	0	—		—	
50 72	0	—		—	
47 36	0	—		—	
44 45	1	44 5	3	47	1
33 90	0	—		35 5	1
28 50	0	—		—	
27 32	0	—		—	
24 57	2	24 5	3	26	1

Watson (186)		Ames (79)		Dufour (161)	
3918 11	0	—		—	
17 13	0	—		—	
10 29	0	—		—	
07 68	0	—		—	
06 51	2	—		—	
02 76	0	—		—	
3889 55	1	3889 3	4	3889 2	8
88 00	1	—		—	
86 42	0	—		86 8	2
84 32	1	—		85	2
82 19	0	—		—	
79 73	1	79 7	3	80 5	3
78 79	0u	—		—	
78 08	0	—		—	
77 48	0	—		77	1
74 95	0	—		—	
74 27	1	—		—	
72 54	2	72 45	4	73 2	9
71 75	3	71 8	5	71 6	2
70 98	1u	—		—	
70 09	1	—		—	
69 33	1	—		—	
68 20	0	—		—	
67 29	1	67 2	4	—	
65 62	0	—		—	
64 34	1	—		—	
63 35	2	63 3	5	64 }	
61 69	2	61 7	4	bis }	3
60 87	1	—		}	
60 05	1	—		59 5 }	
58 89	1u	58 85	4	—	
57 89	1	—		—	
51 41	1	—		50 3	2
49 45	0	—		—	
36 59	1	36 6	3	37 5	1
12 90	0	—		—	
09 18	0	—		—	
—		04 9	6	—	
03 17	3	03 2	4	03 5	4
00 28	0	—		—	
3799 20	1	—		—	
97 63	1	3797 7	4	—	
96 73	2	96 8	5	--	
94 67	1	—		-	
91 58	0	—		—	
84 30	0	—		84	1
77 22	0	—		78	2
74 40	0	—		—	
71 64	1	71 7	3	72 3	1
—		70 3	2	—	
54 77	0	52 05	3	—	
41 40	0	41 3	2	—	

Watson		Ames (77)		Dufour (138)	
3732 25	1	3732 2	3	—	
22 27	0 u	22 2	2	—	
—		16 05	1	—	
02 21	2	02 2	3	—	
00 20	0 u	—		—	
—		—		3694 6	1
3690 29	1	—		89 5	1
84 45	4_r	3684 3	5	84	5
82 20	1 u	82 05	4	82	1
78 20	0	—		—	
76 97	0	—		77	1
74 52	3	74 5	5	73 7	5
73 78	1	—		—	
66 02	1	—		—	
65 26	0	—		—	
64 24	1	—		65 5	2
—		—		63 25	2
—		—		60 4	1
—		—		58 4	1
—		—		55 3	1
52 58	0	—		52	1
—		44 8	1		
—		33 5	2		
3520 60	1				
3472 65	0				

Watson	
3395 04	1
68 64	0
3295 49	0
3154 47	0 u
30 44	0
29 42	0
27 67	0
24 90	1
24 00	0
22 49	1
21 71	0
19 73	1
17 70	1
17 26	0
13 37	0
12 09	0
09 20	0
02 30	0
00 97	0
3099 40	0
96 20	1
95 38	0
94 60	0
92 81	0
91 29	1

Watson	
3090 36	1
89 76	2
87 33	0 u
85 25	0
83 23	1
81 56	2
79 90	1
78 43	1
2977 23	0
74 42	1 u
72 78	1 u
71 20	0 u
68 44	1
2830 15	1
28 67	1
27 23	1
24 76	1
04 56	1
2698 97	2
61 77	0
60 39	0
36 90	0
2483 95	0
82 87	0

Erstes Schumannsches Spectrum.

Lyman	
1674 6	1
72 4	2
71 6	2
70 2	1
67 4	2
62 9	1
54 2	2
51 8	1
47 8	1
46 0	1
45 7	2
44 6	7
43 0	5
41 6	5
40 5	6
39 7	1
39 1	5
38 2	4
36 5	7
35 3	3
34 1	4
33 7	6

Lyman	
1631 7	2
28 5	8
27 6	1
25 8	4
23 8	7
23 2	2
22 1	3
21 1	7 d
19 9	2 d
17 9	1
16 7	6
15 0	3
14 3	4
13 3	7
12 5	1
11 8	3
11 2	1
10 5	7
10 1	2tr
09 2	3
08 6	10
08 2	6

Lyman	
1607 7	10
06 3	5
05 3	5
04 6	6
03 8	1
02 8	1
02 0	8
1599 4	6
96 2	10
95 2	1
93 6	7
91 5	8
90 9	4
89 0	8tr
87 6	3
85 7	7 d
84 1	7
81 0	7 d
79 2	4
77 2	8
74 3	5
71 7	7

Lyman	
1571 3	1
69 7	1
69 2	6
67 1	5 d
65 1	3 d
64 0	1
63 0	1
62 2	4
61 1	2
60 0	1
58 7	1
57 4	1
56 4	2
55 6	1
54 9	3
53 3	10
51 5	2
50 6	7 d
49 9	7 d
48 3	1
47 4	7 d
46 4	6

Lyman	
1545 5	2 d
44 7	8
43 9	2
41 6	7
40 6	2
39 9	2
39 2	5
37 5	7 d
36 7	1
35 0	6 d
33 2	6
32 1	6
30 9	6
29 7	3
27 5	4
26 6	2
25 4	5
23 4	8
22 5	2
21 7	2
20 1	5
19 0	6

Lyman		Lyman		Lyman		Lyman		Lyman	
1517 5	6 d	1458 4	6	1400 6	1	1355 5	7	1283 4	6
16 4	5	57 4	6	1399 0	7	53 6	8	82 6	1
15 0	6	56 3	4	98 0	1	52 5	8	81 2	4
13 6	7	55 1	7d	97 5	6	50 8	3	79 8	5
11 5	8	54 3	1	96 4	7	50 2	3	79 0	1
06 6	1	52 5	1	95 2	2	49 1	2	77 1	6 d
05 9	1	52 0	3	94 0	7 d	47 2	9 d	76 1	1
05 0	8	51 0	1	93 2	3	45 4	8 d	75 0	3
03 9	1	50 3	5	91 2	1	43 6	1	74 2	1
02 2	2	49 2	2	90 0	1 d	42 4	8	73 3	3
1499 8	8	47 4	2?	87 7	4	40 9	1 d	72 0	1
95 5	10 d	46 2	6	86 3	3	38 7	7 d	71 5	4
94 1	3	45 2	4	85 6	2	37 6	6	70 7	4
92 7	1	43 6	7	84 2	1	36 1	8 d	69 9	1
91 9	7	42 8	1	83 0	1	35 3	2	69 1	3
89 9	3	41 0	8	82 9	1	33 9	8 d	68 3	1
89 3	6	39 1	1	80 8	1	31 3	6	67 3	1
87 8	1	38 0	4	80 2	5	29 3	1	65 8	4
86 9	9	36 3	7 d	78 0	1 d	27 5	2	64 6	5
86 1	1	35 2	4	77 2	6 d	27 1	3	64 0	1
83 7	3	34 3	3	76 1	1	25 0	5 d	61 9	8
82 1	1	33 0	8 d	75 5	1	23 4	5	59 9	4
81 7	5	31 1	3	74 5	2	19 2	4	58 2	4
80 4	4	30 1	7	74 0	1	15 6	1 d	57 1	4
79 7	4	29 0	3	72 9	3	14 7	1	55 5	4
78 9	2	27 8	7 d	72 1	1	12 9	2	53 9	5
77 3	3	26 8	3	71 3	6	11 1	2	53 2	6
76 4	4	20 3	3	70 4	2	07 5	2	51 2	3
74 9	4	19 5	2	69 1	1 d	02 5	2 d	49 8	3
73 9	5	16 4	3	68 0	3	00 0	3 d	48 0	2
72 5	3	14 9	2	67 6	3 d	1299 5	1	47 2	4
71 0	3	13 0	8	66 5	1	97 4	5	46 1	4
68 6	6	11 8	1	65 8	5	95 7	2 d	41 5	2
67 2	6 d	10 5	8tr	64 3	3	93 6	6 d	39 6	3
65 2	3	08 6	3	63 4	8	91 3	2	35 8	6
63 9	8	07 3	7	62 4	1	90 4	5	34 3	4
62 9	4	05 5	2	60 1	5	89 4	3	32 1	5
62 0	3	04 3	5	59 2	5	88 1	4	31 0	1
61 0	4	02 8	8	58 2	4	86 9	5 d	30 1	8
60 1	5 d	02 0	4	57 3	6	84 5	5 d	28 3	8

In dieser Tabelle bedeutet tr, dass die Linie dreifach ist

Lyman giebt noch eine weitere Tabelle, deren Linien wahrscheinlich zu H gehören

1227 5	1	1211 7	3	1200 2	2	1172 6	1	1110 5	3	1070 0	1
25 9	7	10 8	2	1198 6	2	69 2	1	07 5	6	65 6	3
25 2	1	09 7	1	89 0	7 d	66 5	6	04 8	6	62 1	1
23 7	3	09 2	6	85 0	2	64 0	6	02 2	4	47 5	5
21 5	1	07 8	2	82 7	4	60 9	10 d	00 0	3	45 2	4
19 1	1	06 9	6	80 8	7	51 2	2	1098 0	2	34 2	2
17 6	3	05 2	6	78 5	3 d	48 8	2	94 9	2	30 8	1
16 0	8	02 8	1	76 2	5 d	45 5	8 d	82 1	1		
15 0	2	01 8	3	74 9	1	19 4	4	80 0	1		

Verbindungen.

Von Verbindungen mit Wasserstoff sind Emissions-Spectra bekannt bei H_2O und NH_3, H + C, ferner sind mehrfach Bandenspectra Verbindungen von Metallen mit H zugeschrieben worden — Das Spectrum von H + C ist bei C besprochen, das von NH_3 sehe man bei N, ebenso uber die Metallverbindungen bei den betreffenden Metallen So bleibt hier nur das Spectrum von H_2O zu besprechen. Dabei gehe ich uber die Absorptions- und Emissionsbanden im langwelligen Theil des Spectrums ebenfalls fort, da sie bereits in Band III p 342—351, p 389—396 ausfuhrlich behandelt sind, und bespreche nur die ultravioletten Emissionsbanden

Lecoq [32] hat zuerst gemeint, in einem Geisslerrohr mit Wasserdampf vier besondere Banden von Wasserdampf gesehen zu haben Die Beobachtung war zweifellos falsch, aber es ist kaum zu entscheiden, was Lecoq gesehen hat

Huggins [49] fand zuerst die wirklichen Wasserdampfbanden in Flammen, die Wasserstoff enthalten. Er erhalt auf der Photographie eine starke Gruppe von Linien, die bei 3062 beginnen und bis etwa 3290 verlaufen, wobei die Linien in Paaren angeordnet scheinen In einem anderen Versuch erhalt er auch noch Linien von kurzerer Wellenlange und Gruppen bei 3429 und 3473, die er aber nicht als zu Wasserdampf gehorig betrachtet Die Abhandlung ist von einer Zeichnung und Messungen der Linien begleitet Schon vorher hatten Liveing und Dewar[1]) erwähnt, dass sie in der Leuchtgasflamme im Ultraviolett eigenthumliche Banden beobachtet hatten, die sie dem Wasserdampf zuschrieben Nun (50, 59) veroffentlichen sie ebenfalls eine Zeichnung des Bandes von 3062 bis 3210, welches sich auch bei electrischen Entladungen durch alle feuchten Gase findet, wahrend es in sorgfaltig getrockneten Gasen nicht auftritt Bald darauf [57] theilen sie mit, dass das Spectrum noch viel reicher sei, und geben eine Zeichnung, welche noch Linien von 2810 bis 3062 zeigt, damit ist ein zweites Band gefunden

Dann erhalt Deslandres [68] ein drittes Band, welches bei 2610 beginnt und ebenfalls nach langeren Wellen abschattirt ist Deslandres sagt hier, das Band 3062 entspreche der Gruppe A (von Sauerstoff) im Sonnenspectrum Linie fur Linie, das Band 2810 der Gruppe B, das Band 2610 der Gruppe α, nur dass im ersten und zweiten Band die Gruppe A und B sich zweimal wiederholen, wahrend das dritte Band einfach sei, und dass in den Wasserdampfbanden, namentlich an den Kanten noch andere Linien vorhanden seien Die Banden seien sich nur geometrisch ahnlich, aber die Wasserdampfbanden viel mehr gestreckt, etwa im Verhaltniss 12 : 1 (in Schwingungszahlen)

Es folgt dann eine ausfuhrliche Abhandlung von Liveing und Dewar [75], in welcher 7 Bander aufgefuhrt werden, deren Kanten von 2268 be-

1) G D Liveing and J Dewar, On the spectra of the compounds of carbon with hydrogen and nitrogen Proc Roy Soc **30** p 494—509 (1880)

ginnen und bis 3673 reichen, das letzte Band soll sich bis 4265 erstrecken. Die Abhandlung enthalt Zeichnungen und Tabellen der Wellenlangen. Die Autoren finden, dass die Banden an vielen Stellen gesetzmassig gebaut seien, namlich, dass wenn man die ersten und zweiten Differenzen zwischen den Wellenlangen ausrechnet, die zweite Differenz constant ist. Das wurde also heissen, dass die Linien dem Deslandresschen Gesetz folgen. Die von Deslandres behauptete geometrische Identitat mit A, B, α konnen sie indessen nicht finden, es sei nur eine gewisse Aehnlichkeit vorhanden.

Etwa gleichzeitig erscheint die Dissertation von Deslandres [76], in welcher er ebenfalls das Spectrum bespricht. Er findet hier noch eine neue Kante bis 3427, welche Liveing und Dewar als solche nicht angefuhrt haben. Er betont hier die Identitat des Spectrums mit A, B, α weniger, hebt aber von neuem hervor, dass beide Serien von Paaren besitzen.

Das Spectrum des Wasserdampfes ist noch oft erwahnt worden, da es eben in allen Flammen und in jedem Geisslerrohr, das Feuchtigkeit enthalt, auftritt, auch im Funken durch Wasserdampf. So findet Eder [80] das Spectrum voll entwickelt in der Bunsenflamme, starker wird es bei Zufuhr von Sauerstoff. Die Abhandlung enthalt schone Photographieen des Spectrums mit einem Prisma und Messung der Wellenlangen zwischen 3552 und 2448. Ebenso findet Hartley [97] die beiden Hauptbanden bei der Untersuchung der Spectra in der Knallgasflamme und giebt eine Photographie. Auch als er Kohlenoxyd verbrennt [108], erhalt er ausschliesslich die Wasserdampfbanden. Eder und Valenta [95] finden im nicht condensirten Funken zwischen nassen Kohlen in Luft oder Kohlensaure zwei von den Banden 3063 und 2811, welche die Photographie zeigt. Auch Wright und Downs [133] erhalten bei starken Funken zwischen Metallen immer das starkste Band bei 3063. Auch bei condensirten Entladungen durch Wasser treten die Banden auf, wie zuerst Konen [138] fand, er beobachtete die Banden mit Electroden aus Al und Cu, und zwar stets umgekehrt. Die gleiche Wahrnehmung macht dann Finger [185].

Endlich ware zu erwahnen, dass wahrscheinlich auch Ames [93] die Banden erhalten hat, ohne sie zu erkennen. In einem einzigen Wasserstoffrohr hat er Banden gefunden, die aus Paaren bestehen, nach seinen Zahlenangaben, z. B. dass Serien solcher Paare von 3065 und 3200 ausgingen, kann es sich wohl nur um Wasserdampf handeln, dessen starkste Kanten hier liegen. Ames selbst spricht freilich die Vermuthung aus, dass es sich um Schwefelbanden handle. Deren Structur ist indessen ganz anders.

Die einzige genauere Untersuchung der Structur der Wasserbanden, welche vorliegt, aber auch noch ungenugend ist, ist von Meyerheim [143] gemacht worden. Sie umfasst nur das lichtstarkste Stuck von 3063 bis 3379, und zeigt, dass der Bau der Bande ausserst complicirt ist. Es sind wenigstens 12 Linienserien vorhanden, von welchen sich je zwei zu einer Paarserie zusammenordnen, aber die beiden so scheinbar gekoppelten Serien folgen immer

verschiedenen Gesetzen, welche auch von dem Gesetz, welches nach Higgs für A, B u s. w sehr angenahert gilt, verschieden sind Ausser diesen 12 Serien sind aber noch andere Linien vorhanden, welche sich nicht in Serien ordnen liessen

Das Wasserdampfspectrum erscheint in Geisslerrohren, Flammen und im Funken Liveing und Dewar [57] haben die Banden auch im Kohlebogen gesehen, wenn Wasserdampf eingeblasen wurde Ich habe es so nicht erhalten, und auch Meyerheim hat es vergeblich gesucht Dagegen scheint es im Metallbogen leicht aufzutreten und sehr stark zu werden, wenn man ihn unter kleinem Druck brennen lasst[1])

Nur erwahnt sei, dass Grunwald [90] dieses Spectrum „theoretisch" verarbeitet hat (Vergl Bd II, p 588)

Das Spectrum ist trotz der mehrfachen Messungen noch recht ungenugend bekannt Die Tafeln, welche Liveing und Dewar [75] gezeichnet haben, geben keinen Ueberblick uber Anfang und Enden der Banden Auf der schonen Photographie von Eder [80] treten die Banden γ 2607, β 2810, α 3063 sehr deutlich hervor, von δ 2448 ist nichts zu sehen, von einer fünften Bande ohne Bezeichnung zwei Gruppen bei 3428 und 3471. Es scheinen somit nur 5 Banden vorhanden zu sein, die aber vielleicht je 2 oder auch 3 Kanten besitzen, also Bandengruppen waren Die Eintheilung bei Liveing und Dewar von α und der vorhergehenden Bande ist jedenfalls unrichtig

Die gemessenen Wellenlangen sind.

Eder	Liveing und Dewar	Meyerheim
—	2268 0—2448 4	—
δ 2448 6—2588 7	2449 3—2605 2	—
γ 2607 6—2806 3	2608 4—2806 8	—
β 2810 8—3057 5	2811 2—3057 4	—
α 3063 8—3332 5	3063 3—3203 5	3063 860—3379 08
3428 0—3552 5	3205 7—3669 8	—
	3673 3—4265 0	—

1) A Hagenbach, Spectroscopische Untersuchung des Bogens unter vermindertem Druck Physik Zs 10 p 649—657 (1909) Hagenbach findet hier noch ein neues nach Roth verlaufendes Band, das bei 3021 beginnt, er meint, es musse zu H_2O gehören

HELIUM (He = 4 0)

Literatur

[1] J N Lockyer, Notice of an observation of the spectrum of a solar prominence Proc Roy Soc **17** p 91—92 (1868), Phil Mag (4) **37** p 143—144 (1869) Erste Beobachtung von D_3

[2] J N Lockyer, Spectroscopic observations of the sun No II Proc Roy Soc **17** p 131—132 (1868), Phil Trans **159**, I p 425—444 (1869) D_3 von Wasserstoff?

[3] A Secchi, Sur quelques particularités du spectre des protuberances solaires C R **67** p 1123—1124 (1868) D_3 nicht Wasserstoff

[4] H Faye, Note sur un telégramme et sur une lettre de M Janssen C R **68** p 112 bis 114 (1869), Protuberanzen gasformig

[5] A Secchi, Remarques sur la relation entre les protuberances et les taches solaires C R **68** p 237—238 (1869) Helium und Wasserstoff

[6] G Rayet, Sur la refrangibilite de la raie jaune brillante de l'atmosphère solaire C R **68** p 320—321 (1869) Wellenlange von D_3

[7] E Frankland and J N Lockyer, Preliminary note of researches on gaseous spectra in relation to the physical constitution of the sun Proc Roy Soc **17** p 288—291 (1869), Phil Mag (4) **38** p 66—68 (1869) Helium und Wasserstoff

[8] A Secchi, Sur la présence de la vapeur d'eau dans le voisinage des taches solaires et sur l'étude spectrale de quelques astres C R **68** p 358—360 (1869) He in Sternen gesehen

[9] J N Lockyer, Spectroscopic observations of the sun No III Proc Roy Soc **17** p 350—356 (1869) Protuberanzen

[10] J N Lockyer, Spectroscopic observations of the sun No IV Proc Roy Soc **17** p 415—418 (1869) Protuberanzen.

[11] J N Lockyer, Spectroscopic observations of the sun No V Proc Roy Soc. **18** p 74—79 (1869) Protuberanzen D_3 dunkel

[12] J N Lockyer, Sur la constitution physique du soleil C R **69** p 121—128 (1869) D_3 dunkel

[13] J N Lockyer, Spectroscopic observations of the sun No VI Proc Roy Soc **18** p 354—359 (1870) D_3 nicht Wasserstoff

[13a] A Secchi, Nouveaux resultats d'observation concernant la constitution physique du soleil C R **72** p 362—366 (1871) D_3 nicht Wasserstoff

[14] H L d'Arrest, Ueber die Position der Lichtlinie D_3 im Protuberanzspectrum Astron Nachr **79** p 1—3 (1872) Messung von D_3

[15] L Palmieri, Della riga del Helium apparsa in una recente sublimatione vesuviana Rendic Acc Napoli **20** p 233 (1882) * Beibl **6** p 485 (1882), Fortschr d Phys 1882 II p 594 Angebliche Auffindung von He

[16] A Cornu, Sur les raies telluriques, qu'on observe dans le spectre solaire au voisinage des raies D J de l'école polyt **53** p 175—212 (1883) Messung von D_3

[17] A Ricco, Alcuni singolari fenomeni spettroscopistici Mem soc Spettr Ital **15** p 41—43 (1886), C R **102** p 851—853 (1886) Verdoppelung von D_3

[18] H A Rowland, A new table of standard wave-lengths Astron & Astrophys **12** p 321—347 (1893), Phil Mag (5) **36** p 49—75 (1893) Messung von D_3

[19] W Ramsay, Terrestrial Helium (?) Nat **51** p 512 (1895) Auffindung von He

[20] W Ramsay, Discovery of Helium J chem soc **67** p 1107—1108 (1895), Nat **51** p 543 (1895) Chem News **71** p 151 (1895) Auffindung von He

[21] W Crookes, The spectrum of the gas from Cleveite Chem News **71** p 151 (1895), Nat **51** p 543—544 (1895) Auffindung von He, erste Messung

[22] P F Cleve, Sur la presence de l'helium dans la cléveite C R **120** p 834 (1895), Chem News **71** p 212 (1895) Wie vorige

[23] J N Lockyer, Terrestrial Helium? Nat **51** p 586 (1895) Wie vorige

[24] W Ramsay, On a gas showing the spectrum of Helium, the reputed cause of D_3, one of the lines in the coronal spectrum Proc Roy Soc **58** p 65—67 (1895), Chem News **71** p 211—212 (1895), Nat **52** p 7 (1895) Wie vorige

[25] J N Lockyer, On the new gas obtained from Uranınite Proc Roy Soc **58** p 67—70 (1895), Nat **52** p 8 (1895) Mineralgase

[26] W Ramsay, J N Collie and M Travers, Helium, a gaseous constituent of certain minerals Part I Proc Roy Soc **58** p 81—89 (1895), J chem soc **67** p 684-701 (1895), Nat **52** p 55 (1895)

[27] J N Lockyer, Sur l'analyse spectrale des gaz degagés par divers mineraux C R **120** p 1103—1104 (1895) Mineralgase

[28] J N Lockyer, On the new gas obtained from Uraninite Second Note Proc Roy Soc **58** p 113—116 (1895), Nat **52** p 55—56 (1895) Mineralgase

[29] J N Lockyer, On the new gas obtained from Uraninite Third Note Proc Roy Soc **58** p 116—119 (1895), Nat **52** p 56—57 (1895) Mineralgase

[30] H Deslandres, Comparaison entre les spectres du gaz de la Clévéite et de l'atmosphère solaire C R **120** p 1112—1114 (1895) He ein Gemisch

[31] H Deslandres, Decouverte d'une troisième radiation permanente de l'atmosphère solaire dans le gaz de la cléveite C R **120** p 1331—1333 (1895) Wie voriges

[32] C Runge, Terrestrial Helium (?) Nat **52** p 128 (1895) D_3 doppelt

[33] C Runge u F Paschen Ist das Helium auf unserer Erde gefunden? Chemik Ztg **19**, Nr 43 (1805) D_3 doppelt

[34] W Huggins, Solar and terrestrial Helium Chem News **71** p 283 (1895) D_3 in Sonne einfach

[35] J N Lockyer, On the new gas obtained from Uraninite Fourth note Proc Roy Soc **58** p 192 (1895), Nat **52** p 214 (1895) Mineralgase

[36] J N Lockyer, On the new gas obtained from Uraninite Fifth Note Proc Roy Soc **58** p 193—195) Mineralgase

[37] W Ramsay, Argon and helium in meteoric iron Nat **52** p 224—225 (1895), C R **120** p 1049—1050 (1895)

[38] W Huggins, Helium Chem News **72** p 27 (1895). D_3 in Sonne doppelt

[39] W Ramsay, J N Collie and M Travers, Helium a constituent of certain minerals J chem Soc **67** p 684—701 (1895), Nat **52** p 306—308, 331—334 (1895) Mineralgase

[40] J N Lockyer, Terrestrial Helium Nat **52** p 327 (1895) D_3 in Sonne doppelt

[41] G E Hale, Note on the D_3 line in the spectrum of the chromosphere Astrophys J **2** p 165—166 (1895) D_3 in Sonne doppelt

[42] W Crookes, The spectrum of helium Chem News **72** p 87—89 (1895) Messung

[43] H Kayser, Note on helium and argon Chem News **72** p 89 (1895) He in Luft

[44] C Runge and F Paschen, The constituents of cleveite gas Rep Brit Ass 1895 p 610 Messungen

[45] W Crookes, The spectrum of helium Chem News **72** p 256—257 (1895), Astrophys J **2** p 227—234 (1895) Messung

[46] C A Young, The „4026 5" line and D_3 Nat **52** p 458 (1895) D_3 in Sonne

[47] C Runge and F Paschen, On the constituents of the gas in cleveite Nat **52** p 520—522 (1895), Chem News **72** p 181—182 (1895) Wie 44

[48] C Runge und F Paschen, Ueber das Spectrum des Helium Berl Ber 1895 p 639—643 (1895) Messung

[49] Ch Bouchard, Sur la presence de l'argon et de l'helium dans certains eaux minerales C R 121 p 392—394 (1895) In Quellgasen

[50] L Troost et L Ouvrard, Sur la combinaison du magnésium avec l'argon et avec l'hélium C R 121 p 394—395 (1895) Verschwinden des Gases in Geisslerrohren

[51] C Runge und F Paschen, Ueber die Bestandtheile des Cleveitgases Berl Ber 1895 p 759—763 Messung

[52] E A Hill, Some additional notes on argon and helium Americ J (3) 50 p 359 bis 376 (1895) He angeblich Gasgemisch

[53] C Runge and F Paschen, Helium and the spectrum of Nova Aurigae Nat 52 p 544 (1895)

[54] J N Lockyer, The new mineral gases Nat 52 p 547—549 (1895) Mineralgase

[55] J N Lockyer, On the gases obtained from the mineral Eliasite Proc Roy Soc 59 p 1—3 (1895), Chem News 72 p 283 (1895) Mineralgase

[56] J N Lockyer, On the new gas obtained from Uraninite Sixth Note Proc Roy Soc 59 p 4—8 (1895) Mineralgase

[57] Ch Moureu, Sur la presence de l'argon et de l'hélium dans une source d'azote naturelle C R 121 p 819—820 (1895) He in Quellgasen

[58] H Wilde, On helium and its place in the natural classification of elementary substances Phil Mag (5) 40 p 466—471 (1895)

[59] A De Forest Palmer, On the wave-length of the D_3 Helium line Americ J (3) 50 p 357—358 (1895), Phil Mag (5) 40 p 547—548 (1895) Wellenlange von D_3

[60] G E Hale, On the wave-length of the D_3 line in the spectrum of the chromosphere Astrophys J 2 p 384—385 (1895) D_3 in Sonne

[61] A Ricco, Note on the duplicity of the D_3 line Astrophys J 2 p 236—237 (1895) D_3 in Sonne doppelt

[62] R Nasini, F Anderlini e R Salvadori, Ricerche sulle emanazioni terrestri italiani I Gas delle terme di Albano, dei suffioni boraciferi della Toscana, gas combustibili dell' Appenino Bolognese Acc Lincei, Mem (5) 2 p 375—423 (1895) Naturliche Gase mit He

[63] C Runge and F Paschen, On the spectrum of cleveite gas Astrophys J 3 p 4—28 (1896) Messung

[64] C Runge and F Paschen, On Crookes' spectrum of Helium Nat 53 p 245—246 (1896) Kritik von Crookes' Messungen

[65] J N Lockyer, The story of Helium Nat 53 p 319—322, 342—346 (1896) Vorgeschichte

[66] J N Collie and W Ramsay, On the behaviour of argon and helium when submitted to the electric discharge Proc Roy Soc 59 p 257—270 (1896) Verhalten gegen Funken

[67] W Ramsay, Helium, a gaseous constituent of certain minerals Part II — Density Proc Roy Soc 59 p 325—330 (1896) Mineralgase Einheitlichkeit von He

[68] J N Lockyer, On the new gas obtained from Uraninite Seventh note — Remarks on Messrs Runge and Paschen's diffusion experiment Proc Roy Soc 59 p 342—343 (1896) Versuchte Trennung durch Diffusion

[69] J F Mohler and L E Jewell, On the wave-length of some of the helium lines in the vacuum tube and of D_3 in the sun Astrophys J 3 p 351—355 (1896) Messung

[70] W Ramsay and J W Collie, Helium and Argon Part III Experiments which show the inactivity of these elements Proc Roy Soc 60 p 53—56 (1896)

[71] Lord Rayleigh, On the amount of argon and helium contained in the gas from the Bath springs Proc Roy Soc 60 p 56—57 (1896)

[72] J N Lockyer, On the unknown lines observed in the spectra of certain minerals Proc Roy Soc 60 p 133—140 (1896)

[73] W Ramsay and J N Collie, The homogeneity of helium and argon Proc Roy Soc 60 p 206—216 (1896) C R 123 p 214—216 (1896) Einheitlichkeit des Gases

[74] J R Rydberg, Die neuen Grundstoffe des Cleveitgases Wiedem Ann 58 p 674 bis 679 (1896), Astrophys J 4 p 91—96 (1896)

[75] W Ramsay and M W Travers, The gaseous constituents of certain mineral substances and natural waters Proc Roy Soc 60 p 442—448 (1897)

[76] M W Travers, Some experiments on helium Proc Roy Soc **60** p 449—453 (1897) Einheitlichkeit des Gases

[77] J S Ames and W J Humphreys, On the spectra of heavy and light helium Astrophys J **5** p 97—98 (1897) Diffusionsversuch, Einheitlichkeit des He

[78] A Hagenbach, Ein Versuch, die beiden Bestandtheile des Cleveitgases durch Diffusion zu trennen Wiedem Ann **60** p 124—133 (1887) Diffusionsversuch

[79] M Berthelot, Recherches sur l'helium C R **124** p 113—119 (1897), Ann chim et phys (7) **11** p 15—27 (1897) Angebliche Verbindung mit Benzol

[80] A A Michelson, Radiation in a magnetic field Phil. Mag (5) **45** p 348—356 (1898), Astrophys J **7** p 131—138 (1898) Zeeman-Effect

[81] A Schuster, Profs C Runge and F Paschen's researches on the spectra of oxygen, sulphur, and selenium Nat **57** p 320—321 (1898) Einheitlichkeit

[82] E C C Baly, Helium in the atmosphere Nat **58** p 545 (1898) He in Luft

[83] W Crookes, Helium in the atmosphere Chem News **78** p 98 (1898), Nat **58** p 570 (1808) He in Luft

[84] Jul Thomsen, Ueber Abtrennung von Helium aus einer naturlichen Verbindung unter starker Licht- und Warmeentwicklung Zs physik Chem **25** p 112—114 (1898)

[85] W Ramsay and M W Travers, The homogeneity of Helium Proc Roy Soc **62** p 316—324 (1898) Einheitlichkeit von He

[86] A A Michelson, Radiation in a magnetic field Nat. **59** p 440—441 (1899) Zeeman-Effect

[87] J Dewar, Application of liquid hydrogen to the production of high vacua and their spectroscopic examination Proc Roy Soc **64** p 231—238 (1899), Ann chim et phys (7) **17** p 12—21 (1899)

[88] W Heuse, Ueber die Glimmentladung in Helium Verhandl Physik Ges **2** p 16—18 (1900) Angeblich neues Spectrum

[89] Lord Rayleigh, Spectroscopic notes concerning the gases of the atmosphere Phil Mag (6) **1** p 100—105 (1901)

[89a] A Gray and W Stewart, Effect of magnetic field on spectra of helium and mercury Nat **65** p 54 (1901) Zeeman-Effect

[90] G Berndt, Gasspectra im Magnetfelde Ann d Phys (4) **8** p 625—642 (1902) Zeeman-Effect

[91] W Ramsay and F Soddy, Gases occluded by radium biomide Nat **69** p 246 (1903) Bildung aus Ra

[92] J Schniederjost, Beiträge zur Kenntniss der Spectra von Wasserstoff, Helium, Luft, Stickstoff und Sauerstoff im Ultraviolett Dissert Halle 1904 bei Kämmerer & Co, Zs. f wiss Photogr **2** p 265—285 (1904) Einige neue Linien

[93] Th Indrikson, Ueber das Spectrum der Emanation Physik Zs **5** p 214—215 (1904) Bildung aus Ra

[94] Sir W Ramsay and F Soddy, Further experiments on the production of helium from Radium Proc Roy Soc **73** p 346—348 (1904), Zs physik Chem **48** p 682—696 (1904) Bildung aus Ra

[95] J Dewar et E Curie, Examen des gaz occlus ou dégagés par le bromure de radium C R **138** p 190—192 (1904), J de phys (4) **3** p 193—194 (1904) Bildung aus Ra

[96] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectra Jena 1905

[97] Sir W Ramsay, A determination of the amounts of Neon and Helium in atmospheric air Proc Roy Soc **76** A p 111—114 (1905)

[98] F Himstedt u G Meyer, Ueber die Bildung von Helium aus der Radiumemanation Ann d Phys (4) **17** p 1005—1008 (1905)

[99] F Giesel, Ueber einen einfachen Nachweis von Helium aus Radiumbromid Ber chem Ges **38**, 2 p 2299—2300 (1905)

[100] F Giesel, Ueber das Spectrum des Helium aus Radiumbromid Ber chem Ges **39**, 2 p 2244 (1906)

[101] Ch Moureu, Sur les gaz des sources thermales Détermination des gaz rares, présence générale de l'argon et de l'helium C R **142** p 1155—1158 (1906) Quellgase

[102] Lord Rayleigh, Some measurements of wave-lengths with a modified apparatus Phil Mag (6) **11** p 685—703 (1906) Absolute Wellenlangen

[103] E Gehrcke und O von Baeyer, Ueber die Anwendung der Interferenzpunkte an planparallelen Platten zur Analyse feinster Spectrallinien Ann d Phys (4) **20** p 269—292 (1906) Structur der Linien

[104] Sir W Crookes, The production of helium from radium Chem News **94** p 144 1906) Bildung aus Ra

[105] W. Lohmann, Beitrage zur Kenntniss des Zeeman-Phanomens Physik Zs **7** p 809—811 (1906) Zeeman-Effect

[106] G F Hull, An investigation of the influence of the electrical fields upon spectral lines Astrophys J **25** p 1—22 (1907) Kanalstrahlen

[107] H Rau, Beobachtungen an Kanalstrahlen Physik Zs **7** p 421—423 (1907), Physik Zs **8** p 360 (1907) Kanalstrahlen

[108] J Stark, Bedingungen fur die photographische Beobachtung des Doppler-Effects bei Kanalstrahlen Physikal Zs **8** p 397—402 (1907) Kanalstrahlen

[109] A A Campbell Swinton, The occlusion of the residual gas by the glas walls of vacuum tubes Proc Roy Soc A **79** p 134—137 (1907) Verschwinden in Geisslerröhren

[110] J Stark und F Giesel, Die Lichtemission von Luft und Helium unter dem Einfluss der α-Strahlen Physik Zs **8** p 580—583 (1907) Leuchten durch Polonium

[111] E Dorn, Ueber Kanalstrahlen in Wasserstoff, Helium und Argon Physik Zs **8** p 589—590 (1907) Kanalstrahlen

[112] E Gehrcke und O Reichenheim, Anodenstrahlen Verhandl Physik Ges **10** p 217—225 (1908) Leuchten in Anodenstrahlen

[112a] Lord Rayleigh, Further measurements of wave-lengths and miscellaneous notes on Fabry and Perot's apparatus Phil Mag (6) **15** p 548—558 (1908) Absolute Messung einiger Linien

[113] F Bordas, Recherche de faibles quantités d'hélium dans les minéraux C R **146** p 628—630 (1908) Siehe auch C R **146** p 896—898, **147** p 591—594 (1908)

[114] W Ritz, Ueber ein neues Gesetz der Serienspectren Physik Zs **9** p 521 bis 529 (1908)

[115] F Paschen, Zur Kenntniss ultrarother Linienspectra I (Normalwellenlängen bis 27000 A E) Ann d Phys (4) **27** p 537—570 (1908) Ultrarothe Linien

[116] H Gerdien und R Holm, Das Spectrum der Kanalstrahlen in Helium Ann d Phys (4) **27** p 844—858 (1908) Kanalstrahlen

[117] J E Purvis, The radiation of various spectral lines of neon, helium and sodium in a magnetic field Proc Cambr Phil Soc **25**, I p 45—52 (1908) Zeeman-Effect

[118] F Paschen, Zur Kenntniss ultrarother Linienspectra II Ann d Phys (4) **29** p 625—663 (1909) Ultrarothe Linien

[119] G Claude, Sur la composition de l'air atmosphérique C R **148** p 1454—1456 (1909) Gehalt der Atmosphäre an He

[120] H Nagaoka, Difference between longitudinal and transversal Zeeman effects in helium lines Nat **81** p 188 (1909) Zeeman-Effect

[121] P G Nutting and O Tugman, Variation in relative intensity of helium lines. Nat **81** p 189 (1909) Intensitatsmessung

Die Kenntniss des Spectrums des He ist in ihren Anfangen so sehr mit astronomischen Untersuchungen verknupft, dass ich diese wenigstens kurz streifen muss Im Jahre 1868 wurde bei einer totalen Sonnenfinsterniss von verschiedenen Beobachtern entdeckt, dass die Protuberanzen einige helle Linien aussenden, also leuchtende Gase sind Das Princip der Beobachtungsmethode, — das Bild des Sonnenrandes mit der Protuberanz wird auf dem Spalt des Spectroscops entworfen, — war schon zwei Jahre fruher von Lockyer angegeben worden, aber er hatte kein genugendes Instrument, um die Beobachtung selbst auszufuhren Ungefähr gleichzeitig mit dem Eintreffen der Nach-

richten uber die Resultate der Beobachtung der Sonnenfinsterniss durch Janssen, Rayet, Herschel, Tennant war Lockyer in den Besitz eines starker dispergirenden Spectroscops gelangt und sah am 20 October 1868 in einer Protuberanz, — ohne Finsterniss —, drei Linien C, F und eine gelbe etwas brechbarer als D Auch die genannten Beobachter hatten die gelbe Linie gesehen, sie aber sammtlich fur die Na-Linie D gehalten So gebuhrt Lockyer [1] das Verdienst, diese starkste Linie des Heliumspectrums zuerst als solche erkannt zu haben Er gab auch zuerst an, dass ihr keine dunkle Fraunhofersche Linie im Sonnenspectrum entspreche

Die gelbe Linie bei D wurde in der nachsten Zeit vielfach beobachtet, in Protuberanzen, der Chromosphare, Flecken, sowohl von Lockyer als von andern, sie wurde meist als D_3 bezeichnet Lockyer [2] meinte, sie musste von Wasserstoff herruhren, da sie mit C und F gemeinsam erschien Secchi [3] dagegen erklarte, sie konne keine Wasserstofflinie sein, da er sie von einer Wasserstoffrohre nicht erhalten konnte Secchi [5] sieht auch die Linie zuerst in Sternen Nun beginnen Frankland und Lockyer [7] Versuche im Laboratorium, die aber auch unter keinen Umständen D_3 von Wasserstoff ergeben. Nachdem Lockyer [9, 10] noch manche Beobachtungen an D_3 gemacht hat, Verschiebungen, Verzerrungen usw, die als rein astronomisch nicht hierher gehoren, sieht er die Linie auch dunkel auf der Sonne [11, 12], wie vor ihm schon Secchi [8], findet dann [13], dass vielfach D_3 sich anders verhalt, als die Wasserstofflinien Daher lasst er nun die Annahme fallen, D_3 gehore zu Wasserstoff, und fuhrt fur das hypothetische Element den Namen Helium ein

Auch Secchi [13a] betont wieder, dass D_3 nicht von Wasserstoff herruhren könne, da er sie in einer Protuberanz ohne die Wasserstofflinien gesehen habe

Die erste Bestimmung der Wellenlange dieser Linie versucht Rayet [6], der 5882.7 angiebt Dann folgt D'Arrest [14], welcher 5875 0 erhalt, und die Zugehorigkeit zu Wasserstoff zu stutzen sucht durch Zahlenbeziehungen zwischen D_3, $H\alpha$ und $H\beta$ (siehe Bd. II, p 497) Cornu [16] findet 5874 6, Rowland [18] 5875 982, die Linie sei in der Sonne nie dunkel zu sehen, manchmal aber hell Sie ist indessen spater ausserordentlich haufig auch dunkel gesehen worden, — was uns aber hier nicht interessirt

In dem nächsten Jahrzehnt ist die Heliumlinie oft von den Astronomen beobachtet worden, aber weder fur das Element noch sein Spectrum werden die Kenntnisse erweitert. Die Angabe von Palmieri [15], er habe unter vulkanischen Producten eine butterweiche Masse gefunden, welche D_3 gezeigt habe, fordert wegen aller mangelnden Angaben nicht, wird auch wohl auf einer falschen Beobachtung beruht haben Auch die gleichzeitige Mittheilung von Palenceri, er habe bei einer Eruption in der Flamme D_3 gesehen, ist, wohl sehr zweifelhaft

Erst im Jahre 1895 wurde das gasformige Element He gefunden Die erste Nachricht bringt Ramsay [19, 20] Cleveit mit Schwefelsaure erhitzt

lasst, wie Hillebrand entdeckt hatte, ein Gas frei, welches unter anderem eine gelbe Linie an Stelle der Heliumlinie zeigt Die ersten Messungen macht Crookes [21], der 5874 5 als Wellenlange findet, daneben waren noch Zeichen von A, N und funf schwache weitere Linien vorhanden, welche ubrigens auch Verunreinigungen angehoren Auch Cleve [22] hat inzwischen das Gas durch Thalen untersuchen lassen, und dieser hat neben $D_3 = 5875\ 9$ weitere funf richtige Linien des Heliums gemessen Auch Lockyer [23] sieht die gelbe und eine rothe Linie, und Ramsay [24] veroffentlicht eine Vergleichung der Spectra von A und He, wobei indessen beide Gase unrein waren, spater [26] erhalt er He reiner

Nun folgt eine ganze Reihe von Abhandlungen Lockyer's [25, 28, 29, 35, 36], in welchen er He aus Broggerit (= Uraninit) und anderen Mineralien erhalt, die Linien mit denen der Chromosphare und der Sterne vergleicht. In der ersten dieser Abhandlungen findet sich die Notiz „Yellow line double" Es ist nicht klar, ob Lockyer das fur Umkehrung gehalten hat, oder ob er meint, dass die Linie wirklich doppelt sei — Die Angaben von Lockyer enthalten viele richtige He-Linien, daneben auch zahlreiche andere, die nicht zu He gehoren, er reinigt das Gas in keiner Weise, sondern erhitzt kleine Stucke der Mineralien direct im Geisslerrohr Da er relative Helligkeitsunterschiede der verschiedenen Linien findet, meint er, die Gase seien Gemische

Zu demselben Schluss kommt Deslandres [30], er stellt das Gas durch Kochen von Cleveit mit Schwefelsaure dar, giebt eine vollständig richtige Liste der He-Linien, in der freilich alle schwacheren Linien fehlen, bemerkt, dass die Linien D_3 und 5016 an verschiedenen Stellen des Rohres am hellsten sind, dass 5016 auch in der Sonnenatmosphare relativ schwacher sei, und schliesst daraus, dass D_3 und 5016 zu verschiedenen Elementen gehorten Bald darauf findet er [31] noch zwei rothe Linien, die nahe bei A-Linien liegen, und wie vor ihm Ramsay halt er die Linien falschlich fur identisch mit dem des Argons, auch das wird als Beweis fur die Zusammengesetztheit des Argons sowohl als des Heliums betrachtet

Wahrend die bisherigen Beobachter zwar an der Einheitlichkeit des aus Cleveit oder Broggerit gewonnenen Gases zweifelten, hatten sie alle angenommen, die gelbe Linie entspreche D_3 Das stellen nun Runge und Paschen [32, 33] in Frage. Bei ihrer sehr viel genaueren Messung fanden sie, dass die gelbe Linie doppelt sei, 5876 206 schwach und 5875 883 stark, da Rowland fur D_3 5875 982 mit einem moglichen Fehler von 0 02 angiebt, halten sie es für unwahrscheinlich, dass das Cleveitgas D_3 gebe Huggins' [34] untersucht darauf D_3 in der Sonne, es sei sicher einfach, aber er bemerkt, Belopolski [1]) habe wiederholt zwei Linien gesehen 5875 8 und 5876 5, die er fur terrestrische Linien gehalten habe Ferner hat auch schon 1886 Riccò (17, 61] D_3 einmal doppelt gesehen, da aber auch andere Linien in der Mitte dunkel

1) A Belopolski, Sur le renversement de la raie D_3 du spectre solaire Mem soc spettr Italiani **23** p 89—91 (1894)

waren, hielt er es für eine Beugungserscheinung. Sehr bald aber kann Huggins [38] mittheilen, dass er nun auch den schwachen Begleiter in der Sonne gefunden habe, und Lockyer [40] bestätigt das, ebenso Hale [41] und Young [46].

Ramsay [37] findet, dass ein Meteorit A und He enthalten habe, dass die meisten Mineralien der seltenen Erden He enthielten. Mit Collie und Travers [39] untersucht er zahlreiche solche Mineralien genauer. Kayser [43] theilt dann mit, dass er in den Gasen, welche von den Quellen in Wildbad im Schwarzwald aufsteigen, He gefunden habe, und dass auch die atmosphärische Luft He enthalte. Das Letztere ist dann noch sehr oft bestätigt worden [82, 83, 87, 89].

Die erste Messung des ganzen Spectrums liefert Crookes [42, 45], wobei er fünf verschiedene Proben des Gases benutzt, die er von Ramsay und von Lockyer erhalten hat. Wie der Vergleich mit den späteren Angaben von Runge und Paschen zeigt, waren die Gase indessen noch sehr verunreinigt, namentlich durch Argon, unter den gegebenen 79 Linien gehören nur 30 zu He nach der Kritik von Runge und Paschen [64].

Die grundlegende und fast abschliessende Untersuchung des He-Spectrums verdanken wir Runge und Paschen [44, 47, 48, 51, 63]. Sie messen das Spectrum zwischen den Grenzen 7281 und 2663, wozu Paschen noch zwei bolometrisch gemessene ultrarothe Linien fügt. Sie zeigen ferner, dass die sämmtlichen gemessenen Linien sich in 6 Serien ordnen, von welchen je zwei an derselben Stelle auslaufen, also Nebenserien sind, während die beiden übrigen alle Charaktere von Hauptserien haben. Zieht man die andern bis dahin bekannten Serienspectra in Betracht, bei welchen höchstens eine Hauptserie und zwei Nebenserien bekannt waren, so sieht es so aus, als sei das Cleveitgas ein Gemisch zweier Elemente, deren jedes 1 Haupt- und 2 Nebenserien hat. Obgleich die Autoren zugeben, dass kein Beweis für das Vorhandensein zweier Gase vorliegt, halten sie das doch für wahrscheinlich und nennen sie nach einem Vorschlage von Stoney Helium und Parhelium. Sie machen darauf aufmerksam, dass in einzelnen Sternen die Linien des Heliums relativ stärker sind, in anderen die des Parheliums. Sie lassen ferner das Gas durch einen Gypspfropfen diffundiren, finden, dass im diffundirten Gas die Linien des Parheliums relativ stärker seien, nehmen also an, dass dies das leichtere Gas sei, was auch dadurch bestätigt werde, dass seine Serien weiter nach längeren Wellen gerückt sind. In den Nebenserien des He sind alle Linien doppelt, bei Parhelium einfach.

Bouchard [49] findet in vielen Quellgasen aus den Pyrenen He. Auch Moureu [57], Nasini, Anderlini und Salvadori [62], Lord Rayleigh [71], Ramsay und Travers [75], Moureu [101] untersuchen Quellgase. Troost und Ouvrard [50] bemerken, dass in Geisslerrohren mit Mg-Electroden allmählich He verschwindet und schliessen auf chemische Verbindung. Swinton [109] zeigt indessen später, dass das Gas in Form winziger Bläschen in die Glaswandungen getrieben wird, wie auch andere Gase.

Hill [52] schliesst aus den Messungen von Crookes, dass 15 neue Elemente vorhanden seien. Auch Lockyer [54] wiederholt, dass er das Cleveitgas für ein Gemisch aus wenigstens zwei Componenten erklärt habe, und setzt seine Untersuchungen über Gase aus Mineralien und den Vergleich mit Sonne und Sternen fort [55, 56].

Wilde [58] macht einige werthlose Bemerkungen, behauptet, die Linie 7066 verschwinde in Geisslerröhren nach einigen Minuten und dergl. — Palmer [59] misst bei Rowland die Linie D_3 in der Sonne als einfach zu 5875,939 mit einem wahrscheinlichen Fehler von 0,006, worauf Hale [60] wieder hervorhebt, dass die Linie in Protuberanzen leicht doppelt zu sehen ist. Dann messen Mohler und Jewell [69] sowohl an einem Geisslerrohr, als in der Sonne. Sie finden im Rohr für D_3 5876,147 und 5875,812, in der Chromosphäre 5876,182 und 5875,841. Auch sonst werden noch einige He-Linien gemessen und sämmtliche Linien des Sonnenspectrums in der Nähe der He-Linien. Dabei finden sich zwei schwache Linien sehr genau an der Stelle von D_3, die Autoren halten sie aber für terrestrische Linien, von Wasserdampf herrührend.

Collie und Ramsay [66] machen interessante Versuche über den Durchgang von Funken durch Gase. Ein bestimmter Inductor gab in Luft Funken von 33 mm, in O von 23, in H von 39, in A von 45,5, in He von 250—300 mm. Man sieht dabei in He ein blaues Lichtband, welches D_3 viel schwächer zeigt als andere Linien, so dass D_3 bei hohem Druck ohne Leidener Flasche gar nicht mehr characteristisch für He ist. Dann untersuchen sie, bei welchem Druck sich ein Funke von 170 mm Länge in verschiedenen Gasen in ein Band verwandelt: bei Luft waren 73 mm nöthig, bei H 42, bei O 81, bei He 1270. — Es folgen dann Versuche über die Sichtbarkeit von He in Gemischen, über die schon an anderer Stelle[1]) berichtet ist. — Der Druck ist von grossem Einfluss auf die relativen Intensitäten der He-Linien, auch bei abnehmendem Druck tritt D_3 zurück gegen 5016. (Es wird sich dabei schwerlich um den Druck als solchen handeln, sondern um die dadurch bedingte Entladungsart oder Stromdichte, die „Temperatur“.)

Ramsay [67] vergleicht dann He, hergestellt aus Bröggerit, Samarskit und Fergusonit. Die Dichtigkeiten sind etwas verschieden, ebenso die Spectra, es dürfte sich aber wohl um Verunreinigungen handeln. Lockyer [68] wiederholt den Diffusionsversuch von Runge und Paschen, findet, das Gas mit D_3 gehe schneller durch, sei also das leichtere. Lord Rayleigh [71] findet, 2500 cbcm des Gases aus der Quelle in Bath enthalten 37 cbcm A und He, davon 8 Proc. He.

Der Diffusionsversuch wird auch von Ramsay und Collie [73] wiederholt, nachdem sie [70] die Unfähigkeit des Gases, irgend welche Verbindungen zu bilden nachgewiesen haben. Das diffundirte Gas zeigt geringeres specifi-

1) Siehe Bd. I, pag. 246. Dazu J. N. Collie, Proc. Roy. Soc. 71. p. 25—27 (1903).

sches Gewicht, als das andere, aber die Spectra beider sind identisch. Es zeigt sich, dass eine Beimischung von 2,3 Proc. Argon den Unterschied bedingen könne, und so schliessen die Autoren, das Gas sei wohl einheitlich. Später sprechen sich Ramsay und Travers [85] noch entschiedener in gleichem Sinne aus, Aenderungen der relativen Intensitäten der Linien werden durch Druckunterschiede erklärt. Dazu macht auch Travers [76] Versuche. Die Diffusionsversuche sind noch von Hagenbach [78] mit ganz demselben Erfolge wiederholt worden, ebenso von Ames und Humphreys [77]. Schuster [81] weist darauf hin, dass nachdem Runge und Paschen auch bei O, S, Se mehr als 3 Serien gefunden haben, kein Grund vorliegt, He als ein Gemisch zweier Gase zu betrachten.

Seit dieser Zeit ist dann auch sehr allgemein das He als einheitliches Element betrachtet worden. Spectroscopisch liegt nicht der allermindeste Grund vor, es als zusammengesetzt zu betrachten. Wir kennen heute eine Menge Elemente, welche eine ganze Anzahl von Serien geben, und die relativen Intensitätsänderungen, hervorgerufen durch Aenderung des Druckes, der Entladungsart, der Temperatur, sind eine ganz allgemeine Erscheinung. Nur Lockyer fährt fort auf Grund der verschiedenen Intensitäten in Sternen zwei Componenten zu unterscheiden, die er Helium und Asterium nennt. Nach meiner Meinung ist das völlig unberechtigt.

Rydberg [74] wendet seine Serienformeln auf He an und zeigt, dass Runge und Paschen die Serien richtig zusammengefasst haben. Thomsen [84] beobachtet, dass Yttrocerit bei Erhitzen mit einem eigenthümlichen goldgelben Licht glüht und dabei He entweichen lässt. Heuse [88] giebt an, in He zeige das positive Licht eine Anzahl Linien und Banden, die im Kathodenlicht fehlten, da er indessen sein Gas gar nicht gereinigt hat, ist der Schluss, He könne zwei verschiedene Spectra geben, durchaus verfehlt.

Dass Berthelot [79] behauptet, He könne ebenso wie A durch stille Entladungen zur Verbindung mit Benzoldampf gebracht werden, sei nur erwähnt, es ist sicher unrichtig.

Den Zeeman-Effect hat zuerst Michelson [80] an der grünen Linie 5016 beobachtet, dann [86] auch an der gelben. Dann führt Berndt [90] die Untersuchung fort, findet bei allen beobachteten Linien parallel den Kraftlinien Paare, senkrecht dazu Triplets. Auch Lohmann [105] untersucht 7 Linien, Purvis [117] D_3. Siehe auch Nagaoka [120] und Gray und Stewart [89a].

Die Kenntniss des He-Spectrums ist gegen die Angaben von Runge und Paschen bis heute kaum gewachsen. Schniederjost [92] fügt noch zwei ultraviolette Linien hinzu, die die Hauptserie des He um zwei Glieder vermehren. Er untersucht auch das Spectrum bei Atmosphärendruck, findet ohne Condensator ein starkes continuirliches Spectrum mit einigen He-Linien, mit Condensator Linien der Electroden und einige He-Linien. Paschen [115, 118] misst ultrarothe Linien mit Thermosäule, Lord Rayleigh [102, 112a]

bestimmt die Wellenlängen einiger Linien mit Interferometer. Gehrcke und von Baeyer [103] untersuchen die Structur der Linien, ausser D_3 sind alle einfach.

Neuerdings haben Nutting und Tugman [121] Versuche über die Intensität einzelner Linien bei verschiedener Belastung der Röhre ausgeführt [1]). Sie gelangen zu falschen Schlüssen, da sie übersehen, dass nur die Vergleichung von Linien derselben Serie für die von den Autoren verfolgte Frage Sinn hat.

Ramsay [97] bestimmt den Gehalt der atmosphärischen Luft an He zu 1 : 245300, neuerdings findet Claude [119] 1 : 200000. — Stark und Giesel [110] beobachten, dass Polonium in einer Atmosphäre von He das Gas zum Leuchten bringt. — Gehrcke und Reichenheim [112] finden, dass „Anodenstrahlen" He je nach ihrer Geschwindigkeit mehr grünlich oder röthlich leuchten lassen. — Ritz [114] wendet seine neue Serienformel auf He an.

Kanalstrahlen in He beobachtet zuerst Hull [106], er findet die Linien alle sehr schwach, aber verschieden geschwächt je nach der Serie, zu welcher sie gehören, am stärksten bleibt die erste Nebenserie von He, dann folgen die beiden Hauptserien, dann die erste Nebenserie von Parhelium, dann die zweite Nebenserie von He, während die von Parhelium ganz fehlt. Den Dopplereffect findet er sehr gering. Dagegen finden Rau [107] und Stark [108] ihn sehr gross. — Weitere Untersuchungen machen Dorn [111] und Gerdien und Holm [116], während Dorn den Effect an 6 Linien sicher, an 2 möglicherweise findet, können letztere Beobachter ihn nur an drei Linien sehen, wobei die verschobene Linie relativ sehr schwach ist und erst bei grossen Geschwindigkeiten auftritt.

Hagenbach und Konen [96] geben in ihrem Atlas ein Bild des Spectrums.

Die übrigen in der Litteraturübersicht angeführten Arbeiten beziehen sich auf die Bildung von He aus Ra, gehören also nur indirect hierher. Ramsay und Soddy [91] bemerken zuerst, dass He von Radiumbromid erhalten wird. Dann findet Indrikson [93], dass He aus Emanation entsteht, und diese Thatsache ist vielfach bestätigt worden. Siehe z. B. [94, 95, 98, 99, 100, 104].

In der folgenden Tabelle gebe ich die Messungen von Paschen, von Runge und Paschen und von Schniederjost 2 Linien. Bei der Angabe der Zugehörigkeit zu Serien behalte ich die Bezeichnung Helium und Parhelium bei, obgleich sie nicht die Bedeutung haben soll, dass es sich um zwei Stoffe handle, sondern nur um die Serien zu trennen. Dann füge ich noch die absoluten Messungen von Lord Rayleigh [112a] zu, welche sich auf den Michelsonschen Werth der rothen Cd-Linien beziehen, und neue, noch nicht veröffentlichte Messungen von Eversheim, die nach der Interferenzmethode von Fabry und Buisson gewonnen sind und auf den neuen internationalen Werth der rothen Cadmiumlinie gegründet sind. Die hinter den Wellenlängen von Eversheim stehenden Zahlen geben den wahrscheinlichen Fehler in Tausendstel A an.

1) Siehe frühere Versuche von K. Langenbach: Über Intensitätsvertheilung in Linienspectren. Ann. d. Phys. (4) **10** p. 789—815 (1903).

Paschen (115, 118)	Runge u Paschen (48, 51, 63)	Helium	Parhel
20582 04 20			
19090 58 1			
18694 2 2			
18684 2 3			
17003 28 2			
12792 8 1			
12784 6 1			
10830 42 200d		H 2	
	7281 81 3		II N 3
	7066 00 1	II N 3	
	65 48 5	II N 3	
	6678 37 6		I N 3
	5876 209 1	I N 3	
	75 870 10	I N 3	
	5047 816 2		II N 4
	15 732 6		H 3
	4922 096 4		I N 4
	4713 475 1	II N 4	
	13 252 3	II N 4	
	4471 858 1	I N 4	
	71 646 6	I N 4	
	37 718 1		II N 5
	4388 100 3		I N 5
	4169 131 1		II N 6
	43 919 2		I N 6
	21 143 1	II N 5	
	20 973 3	II N 5	
	4026 512 1	I N 5	
	26 342 5	I N 5	
	24 136 1		II N 7
	09 417 1		I N 7
	3964 875 4		H 4
	36 064 1		II N 8
	26 678 1		I N 8
	3888 785 10	H 3	
	78 330 1		II N 9
	71 954 1		I N 9
	67 766 1	II N 6	
	67 613 2	II N 6	
	38 240 1		II N 10
	33 710 1		I N 10
	19 899 1	I N 6	
	19 751 4	I N 6	
	05 900 1		I N 11
	3787 64 1		II N 12
	85 031 1		I N 12
	70 72 1		II N 13
	68 95 1		I N 13
	56 24 1		I N 14
	33 142 1	II N 7	
	33 004 1	II N 7	

Runge u Paschen (48, 51, 63)	Schmiedejost (92)	Helium	Parhel
3705 287 1		I N 7	
05 151 3		I N 7	
3652 269 1		II N 8	
52 121 1		II N 8	
34 523 1		I N 8	
34 393 2		I N 8	
13 785 3			H 5
3599 610 1		II N 9	
99 472 1		II N 9	
87 570 1		I N 9	
87 426 2		I N 9	
63 125 1		II N 10	
54 725 1		I N 10	
54 594 1		I N 10	
36 963 1		II N 11	
30 646 1		I N 11	
17 48 1		II N 12	
12 65 1		I N 12	
02 47 1		II N 13	
3498 78 1		I N 13	
90 77 1		II N 14	
87 87 1		I N 14	
81 6 ?		II N 15	
79 10 1		I N 15	
71 93 1		I N 16	
66 04 1		I N 17	
61 4 1		I N 18	
56 9 1		I N 19	
47 734 2			H 6
3354 667 1			H 7
3296 900 1			H 8
58 336 1			H 9
31 327 1			H 10
11 626 1			H 11
3196 81 1			H 12
87 830 8		H 4	
76 6 1			H 13
2945 220 6		H 5	
2829 173 4		H 6	
2763 900 2		H 7	
2723 275 1		H 8	
2696 230 1		H 9	
2677 2 1		H 10	
2663 3 1		H 11	
	2657 05	H 12	
	44 94	H 13	

Rayleigh (112 a)	Eversheim	
7065 200	7065 207	1 5
6678 150	6678 151	0 8
5875 625	5875 639	0 5
5015 680	5015 683	0 4
4921 930	4921 934	0 8
4713 144	4713 154	0 3
4471 482	4471 493	0 6

QUECKSILBER (Hg = 200 0)

Literatur

[1] Ch Wheatstone, On the prismatic decomposition of electrical light Phil Mag (3) **7** p 299 (1835), Rep Brit Ass Not & Abstr p 11—12 (1835) Funke

[2] D Alter, On certain physical properties of light, produced by the combustion of different metals, in the electric spark, refracted by a prism Americ J (2) **18** p 55—57 (1854) Funkenspectrum

[3] A Masson, Études de photometrie electrique Ann chim et phys (3) **45** p 385 bis 454 (1855) Funkenspectrum

[4] A J Ångstrom, Optische Untersuchungen Pogg Ann **94** p 141—165 (1855), nach Kgl Svensk Vet Ak Handl 1853 p 224—232, Phil Mag (4) **9** p 327—342 (1855) Funke

[5] J Plucker, Ueber die Constitution der electrischen Spectra der verschiedenen Gase und Dampfe Pogg Ann **107** p 497—553, 638-643 (1859) Geisslerrohr-Spectrum

[6] J Plucker, Abstract of a series of papers and notes concerning the electric discharge through rarefied gases and vapours Proc Roy Soc **10** p 256—269 (1860) Geisslerrohr-Spectrum

[7] J H Gladstone, On the chromatic properties of the electric light of mercury Rep Brit Ass 1860, Not & Abstr p 13 Funke

[8] J H Gladstone, On the electric light of mercury Phil Mag (4) **20** p 249—253 (1860) Bogen

[9] Ch Wheatstone, On the prismatic decomposition of electrical light Chem News **3** p 198-201 (1861) Spater Abdruck einer Arbeit von 1835, siehe Nr 1 Funke

[10] G Kirchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und die Spectra der chemischen Elemente Abhandl Berl Akad 1861 p 63—95, 1863 p 227—240 Funke

[11] T R Robinson, On spectra of electric light as modified by the nature of the electrodes and the media of discharge Phil Trans **152**, II p 939—986 (1862) Funke

[12] W A Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark Phil Trans **152**, II p 861-887 (1862) Funke, Photographie

[13] W Huggins, On the spectra of some of the chemical elements Phil Trans **154**, II p 139—160 (1864) Funkenspectrum

[14] F Brasack, Spectralanalytische Untersuchungen Abhandl naturf Ges Halle **9**, 1 p 1—16 (1864) Empfindlichkeit

[15] A Mitscherlich, Ueber die Spectra der Verbindungen und der einfachen Körper Pogg Ann **121** p 459—488 (1864) In Flamme

[16] J Plucker and J W Hittorf, On the spectra of ignited gases and vapours, with especial regard to the different spectra of the same elementary gaseous substance Phil Trans **155** p 1—29 (1865)

[17] R Thalén, Om spectralanalys Upsala univers årsskr 1866 Funke, Zeichnung

[18] R Thalén Memoire sur la determination des longueurs d'onde des raies metalliques Nova acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868) Funkenspectrum

[18a] E Cappel, Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Empfindlichkeit der Spectralreactionen Pogg Ann **139** p 628—639 (1870)

[19] **Lecoq de Boisbaudran**, Spectres lumineux Paris 1875 Funke nach Losung

[20] **J N Lockyer**, Spectroscopic notes No III On the molecular structure of vapours in connection with their densities Proc Roy Soc **22** p 374—378 (1874), Phil Mag (4) **49** p 320—326 (1875) Absorption durch Dampfe

[21] **G Ciamician**, Ueber die Spectren der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen Wien Ber **76**, II p 499—517 (1877) Funke nach Losung

[22] **Rand Capron**, Photographed spectra London 1877

[23] **B O Peirce**, Ueber die Emissionsspectra der Haloidverbindungen des Quecksilbers Wiedem Ann **6** p 597—599 (1878)

[24] **G Ciamician**, Ueber den Einfluss des Druckes und der Temperatur auf die Spectren von Dampfen und Gasen Wien Ber **77**, II p 839—841, 867—890 (1878)

[25] **H W Vogel**, Ueber die Spectra des Wasserstoffs, Quecksilbers und Stickstoffs Berl Ber 1879 p 586—604 Geisslerrohr, Ultraviolett

[26] **W N Hartley**, Note on certain photographs of the ultra-violet spectra of elementary bodies J chem Soc **41** p 84—90 (1882) Photographie

[27] **W N. Hartley**, Photographs of the spark spectra of twenty-one elementary substances (1881) Trans Roy Dublin Soc (2) **1** p 231—238 (1883) Funkenspectrum

[28] **G. D Liveing** and **J Dewar**, On the ultra-violet spectra of the elements Phil Trans **174**, I p 187—222 (1883) Bogenspectrum

[29] **W N Hartley** and **W E Adeney**, Measurements of the wave-lengths of lines of high refrangibility in the spectra of elementary substances Phil Trans **175**, I p 63—137 (1884) Funkenspectrum

[30] **W N Hartley**, Researches on spectrum photography in relation to new methods of quantitative chemical analysis Part II Phil Trans **175**, II p 325—342 (1884) Funke nach Losung

[31] **A F Sundell**, Researches on spectrum analysis Phil Mag (5) **24** p 98—106 (1887), nach Acta soc sc Fennicae **15** p 197—207 (1885) In Geisslerröhren

[32] **J N Lockyer**, Researches on the spectra of meteorites Proc Roy Soc **43** p 117—156 (1887) In Flamme

[33] **J S Ames**, On some gaseous spectra — Hydrogen, nitrogen Phil Mag (5) **30** p 48—58 (1890) In Geisslerrohren

[34] **E Warburg**, Ueber eine Methode, Natriummetall in Geisslersche Rohren einzufuhren und uber das Kathodengefalle bei der Glimmentladung Wiedem Ann **40** p 1—17 (1890) Banden

[35] **H Kayser** und **C Runge**, Ueber die Spectren der Elemente IV Ueber die Linienspectren der Elemente der zweiten Mendelejeffschen Gruppe Abhandl Berlin Akad 1891, Wiedem Ann **43** p 384—409 (1891) Bogenspectrum Serien

[36] **W N Hartley**, On the physical characters of the lines in the spark spectra of elements Proc Roy Soc **49** p 448—451 (1891) Aussehen der Linien Continuirliches Spectrum

[37] **L Arons**, Ueber einen Quecksilberlichtbogen Wiedem Ann **47** p 767—771 (1892)

[38] **A A Michelson**, On the application of interference methods to spectroscopic measurements — II Rep Brit Ass 1892 p 170—185 Phil Mag (5) **34** p 280—299 (1892) Structur der Linien

[39] **J R Rydberg**, Beitrage zur Kenntniss der Linienspectra Wiedem Ann **50** p 625—638 (1893), Ofv K Vet Ak Forhandl 1893 p 505—520 Bau der Triplets

[40] **J M Eder** und **E Valenta**, Ueber die verschiedenen Spectren des Quecksilbers Denkschr Wien Akad **61** p 401—430 (1894), Beitrage zur Photochemie p 128—160, im Auszug Wiedem Ann **55** p 479—502 (1895) Bogen, Funke, Geisslerrohr, Banden

[41] **E Demarçay**, Spectres electriques Paris 1895 Funke nach Losung

[42] **E Wiedemann** und **G C Schmidt**, Entladungserscheinungen in verdünnten Metalldampfen Wiedem Ann **57** p 454—458 (1896) Band im Grün

[43] **L Arons**, Ueber den Lichtbogen zwischen Quecksilberelectroden, Amalgamen und Legirungen Wiedem Ann **58** p 73—95 (1896) Vacuumlampe

[44] A. C. Jones, Ueber einige Emissionsspectra des Cadmiums, Zinks und der Halogenverbindungen des Quecksilbers und einiger anderen Metalle. Dissert. Erlangen 1896. Wiedem. Ann. **62**. p. 30—53 (1897). Verbindungsspectra.

[45] J. F. Mohler, The effect of pressure on wave-length. Astrophys. J. **4**. p. 175 bis 181 (1896). Druckverschiebung.

[46] F. Exner und E. Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente. Wien. Ber. **106**, IIa. p. 337—356 (1897).

[47] W. J. Humphreys, Changes in the wave-frequencies of the lines of emission spectra. Astrophys. J. **6**. p. 169—232 (1897). Druckverschiebung.

[48] Ch. Fabry et A. Perot, Sur les franges des lames minces argentés et leur application à la mesure de petites epaisseurs d'air. Ann. chim. et phys. (7) **12**. p. 459—501 (1897). Quecksilberlampe.

[49] Ch. Fabry et A. Perot, Theorie et application d'une nouvelle méthode de spectroscopie interferentielle. Ann. chim. et phys. (7) **16**. p. 115—144 (1897). Vacuumlampen.

[50] A. A. Michelson, Radiation in a magnetic field. Astrophys. J. **7**. p. 131—138 (1898). Phil. Mag. (5) **45**. p. 348—356 (1898). Zeeman-Effect.

[51] A. Kalähne, Ueber die Spectra einiger Elemente bei der stetigen Glimmentladung in Geisslerschen Röhren und die Abhängigkeit der Lichtstrahlung von Stromstärke und Druck. Wiedem. Ann. **65**. p. 815—848 (1898). Banden. Continuirlicher Grund.

[52] E. S. Ferry, On the relation between pressure, current, and luminosity of the spectra of pure gases in vacuum tubes. Physic. Rev. **7**. p. 1—9 (1898). Intensitätsmessungen.

[53] A. Perot et Ch. Fabry, Etude de quelques radiations par la spectroscopie interferentielle. C. R. **126**. p. 407—410 (1898). Structur der Linien.

[54] A. Perot et Ch. Fabry, Sur la détermination de numeros d'ordre de franges d'ordre eleve. C. R. **126**. p. 1624—1626 (1898). Wellenlängen.

[55] Ch. Fabry et A. Perot, Sur l'etude des radiations des mercure et la mesure de leurs longueurs d'onde. C. R. **126**. p. 1706—1708 (1898). Structur der Linien.

[56] G. D. Liveing, On the flame spectrum of mercury, and its bearing on the distribution of energy in gases. Proc. Cambridge Phil. Soc. **10**. p. 38—40 (1898). Auftreten von Linien in Flamme.

[57] A. A. Michelson, Radiation in a magnetic field. Nat. **59**. p. 440—441 (1899). Zeeman Effect.

[58] Ch. Fabry et A. Perot, Sur une source intense de lumière monochromatique. C. R. **128**. p. 1156—1158 (1899). Vacuumlampe. Structur der Linien.

[59] J. C. Shedd, An interferometer study of radiations in a magnetic field. Physic. Rev. **9**. p. 1—19, 86—115 (1899). Zeeman-Effect.

[60] P. Lewis, The effect of certain impurities on the spectra of some gases. Astrophys. J. **10**. p. 137—163 (1899). Intensitätsmessungen.

[61] A. Schuster and G. Hemsalech, The constitution of the electric spark. Phil. Trans. A **193**. p. 189—213 (1899). Mitführung im Funken.

[62] A. Perot et Ch. Fabry, Détermination de nouveaux points de repère dans le spectre. C. R. **130**. p. 492—495 (1900). Wellenlängen.

[63] W. B. Huff, The spectra of mercury. Astrophys. J. **12**. p. 103—119 (1900). Bogen, Geisslerrohr, Banden, Wellenlängen.

[64] H. M. Reese, An investigation of the Zeeman effect. Astrophys. J. **12**. p. 120 bis 135 (1900). Zeeman-Effect.

[65] F. Paschen, Eine Geisslersche Röhre mit Quecksilber-Electroden zum Studium des Zeeman-Effectes. Physik. Zs. **1**. p. 478 (1900).

[66] C. Runge und F. Paschen, Studium des Zeeman-Effectes im Quecksilberspectrum. Physik. Zs. **1**. p. 480—481 (1900).

[67] Ch. Fabry et A. Perot, Sur les sources de lumière monochromatiques. J. de phys. (3) **9**. p. 369—382 (1900). Wellenlängen. Lampenformen.

[68] Lord Blythwood and Dr. E. W. Marchant, The echelon spectroscope, with application to investigate the behaviour of the chief lines in the mercury spectrum under the influence of a magnetic field. Phil. Mag. (5) **49**. p. 384—403, 503 (1900). Zeeman-Effect.

[69] O Lummer, Eın neues Interferenz-Spectroscop Arch Néerl (2) **6** p 773—788 (1901), Physık Zs **3** p 172—175 (1901) Structur der Lınıen

[70] C Runge und F Paschen, Beıtıage zur Kenntnıss der Lınıenspectra Ann d Phys (4) **5** p 725—728 (1901), Astrophys J **14** p 49—51 (1901) Messungen

[71] O Lummer, Herstellung und Montırung deı Quecksılberlampe Zs f Instıkde **21** p 201—204 (1901) Vacuumlampe

[72] A Gray and W Stewaıt, Effect of magnetıc field on spectra of Helıum and Mercury Nat **65** p 54 (1901) Zeeman-Effect Structuı

[73] W N Hartley and H Ramage, Banded flame-spectra of metals Trans Roy Dublın Soc (2) **7** p 339—352 (1902) Photogıaphıe

[73[a]] P Zeeman, Some observatıons on the resolvıng power of the Mıchelson echelon spectroscope Astrophys J **15** p 218—226 (1902) Structur der Lınıen

[74] C Runge und F Paschen, Ueber dıe Strahlung des Quecksılbers ım magnetıschen Felde Abhandl Berl Akad 1902, Astrophys J **15** p 235—251 **16** p 118 (1902) Zeeman-Effect

[74 a] B Egınıtıs, Varıatıons du spectre des étıncelles C R **134** pag 824—825 (1902) Selbstınductıon

[75] H Lehmann und R Straubel, Ultravıolett des Quecksılbeıspectıums Ann d Phys (4) **7** p 909—911 (1902)

[76] G Berndt, Gasspectıa ım Magnetfelde Ann d Phys (4) **8** p 625—642 (1902) Zeeman-Effect

[77] O Lummer und E Gehıcke, Ueber den Bau der Quecksılberlınıen, eın Beıtrag zur Auflosung feınster Spectrallınıen Berl Ber 1902 p 11—17, Ann d Phys (4) **10** p 457 bıs 477 (1903)

[77 a] R J Strutt, On the absoıptıon of lıght by mercury and ıts vapouı Phıl Mag (6) **6** p 76—78 (1903) Gerınge Absorptıon des Dampfes Vergl Phıl Mag (6) **4** p 596—605 (1902)

[78] P Lewıs, The spectra of cathodo-lumınescent metallıc vapoıs Astrophys J **16** p 31—35 (1902), Physık Zs **3** p 498—501 (1902) Leuchten unter Kathodenstrahlen

[79] F Exner und E Haschek, Tabelle der Funkenspectıa Wıen 1902

[80] W W Coblentz und W C Geer, The ınfra-red emıssıon spectrum of the mercury arc Phys Rev **16** p. 279—286 (1903), Physık Zs **4** p 257—258 (1903) Ultraroth der Vacuumlampe

[81] J Stark und M Reıch, Druckbeobachtungen am Quecksılberlıchtbogen Physık Zs **4** p 321—324 (1903)

[82] W von Bolton, Ueber electrodısches Leuchten und eıne neue spectroscopısche Methode Zs f Electrochemıe **9** p 913—922 (1903) Leuchten beı Electrolyse

[83] A Hagenbach und H Konen, Ueber das Emıssıonsspectrum des Quecksılbers ın Geıısslerröhren Zs f wıss Photogr **1** p 342—346 (1903)

[84] H Hermann, Messung der Wellenlängen rother Lınıen ın eınıgen Bogenspectren Dıssert Tubıngen 1904, Ann d Phys (4) **16** p 684—707 (1905)

[85] Ch de Watteville, Spectres de flammes Thèse, Parıs 1904, Phıl Trans A **204** p 139—168 (1904) Flamme mıt Zeıstauber

[86] H W Morse, Spectra from the Wehnelt ınterrupter Astıophys J **19** p 162—186 (1904) In Wehneltunterbrecher

[87] A S Kıng, A study of the causes of varıabılıty of spaık spectra Astrophys J **19** p 225—238 (1904) Veranderlıchkeıt

[88] R A Houstoun, Some spectroscopıc notes Phıl Mag (6) **7** p 456—467 (1904) Structur der Lınıen

[88 a] E Gehrke, Ueber den Eınfluss elektrıscher Schwıngungen auf dıe Breıte der feınsten Spectrallınıen Verhandl Physık Ges **6** p 344—348 (1905)

[88 b] J Steınhausen, Ueber „Enhanced lınes" Dıssertat Bonn 1904, Zs f wıss. Photogr **3** p 45—58 (1905)

[89] J Barnes, On the analysıs of brıght spectrum lınes Astrophys J **19** p 190—211 (1904), Phıl Mag (6) **7** p 485—503 (1904) Structur der Lınıen

[90] F Exner und E Haschek, Tabellen der Bogenspectra Wıen 1904

[91] A Pfluger, Die Quecksilberlampe als ultraviolette Lichtquelle Physik Zs **5** p 414—415 (1904)

[92] A Hagenbach, Ueber den Dopplereffect im electrischen Funken Ann d Phys (4) **13** p 362—374 (1904)

[93] E Ladenburg, Ueber die spectrale Energievergleichung der „Quecksilberlampe aus Quarzglas“ Physik Zs **5** p 525—528, 556 (1904)

[93 a] P G Nutting, The spectra of mixed gases Astrophys J **19** pag 105—111 (1904) Gasgemische

[94] J Stark, Ueber zwei Linienspectra des Quecksilbers. Ann d Phys **16** p 490 bis 515 (1905)

[95] W N Hartley, The absorption spectrum and fluorescence of mercury vapour Proc Roy Soc A **76** p 428—430 (1905) Absorption und Fluorescenz des Dampfes

[96] L Janicki, Feinere Zerlegung der Spectrallinien von Quecksilber Dissert Halle 1905, Ann d Phys (4) **19** p 36—79 (1906) Structur der Linien

[97] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectra Jena 1905 Bogen, Funken, Geisslerrohr, Banden

[98] E Gehrcke und O v Baeyer, Ueber die Trabanten der Quecksilberlinien Berl Ber 1905 p 1037—1042 Structur der Linien

[99] J Stark, Der Dopplereffect bei den Kanalstrahlen und die Spectra der positiven Atomionen Physik Zs **6** p 892—897 (1905) Götting Nachr 1905 p 459—471 Kanalstrahlen

[100] Ch de Watteville, Sur le spectre de flamme du mercure C R **142** p 269—270 (1906) Auftreten der Linie 2536 in Flamme

[101] P G Nutting, Line structure Astrophys J **23** p 64—78, 220—232 (1906) Structur der Linien

[102] Fürst B Galitzin, Zur Theorie des Stufenspectroscops Bull Acad St Petersb (5) **23** p 67—118 (1906) Structur der Linien

[103] E Gehrcke und O von Baeyer, Ueber die Anwendung der Interferenzpunkte an planparallelen Platten zur Analyse feinster Spectrallinien Ann d Phys **20** p 269—292 (1906) Structur der Linien

[104] E Gehrcke und O von Baeyer, Ueber den Zeeman-Effect in schwachen Magnetfeldern Verh Physik Ges **8** p 399—404 (1906) Zeeman-Effect

[105] Joh Lohmeyer, Ueber die Bandenspectra des Quecksilberchlorid, -Bromid und -Jodid Dissert Bonn 1906, Zs f wiss Photogr **4** p 367—383 (1906)

[105 a] Lord Rayleigh, Some measurements of wave-lengths with a modified apparatus Phil Mag (6) **11** pag 685—703 (1906) Messung von 4 Linien

[106] R Küch und T Retschinsky, Photometrische und spectral-photometrische Messungen am Quecksilberlichtbogen bei hohem Dampfdruck Ann d Phys **20** p 563 bis 583 (1906)

[107] J Stark, Die electrische Ladung der Träger von Duplet- und Tripletserien Physik Zs **7** p 249—256 (1906) Messung

[108] J Stark, Ueber die Lichtemission der Kanalstrahlen in Wasserstoff Ann d Phys **21** p 401—456 (1906) Kanalstrahlen

[109] J Stark, W Hermann und S Kinoshita, Der Doppler-Effect im Spectrum des Quecksilbers Ann d Phys **21** p 462—469 (1906) Kanalstrahlen

[110] J Stark und S Kinoshita, Ueber ultraviolette Duplets des Zinks, Cadmiums und Quecksilbers und über thermisch inhomogene Strahlung Ann d Phys **21** p 470—482 (1906)

[111] P Vaillant, Sur les variations avec la température des spectres d'emission de quelques lampes électriques C R **142** p 81—83 (1906) Intensitätsmessungen

[112] Fr Bates, Spectrum lines as light sources in polariscopic measurements Bull Bur of stand **2** p 239—243 (1906) Structur der Linien

[113] P G Nutting, Purity and intensity of monochromatic light sources Bull Bur of stand **2** p 439—456 (1907) Feinste Spectrallinie

[114] G F Hull, An investigation of the influence of the electrical fields upon spectral lines Astrophys J **25** p 1—22 (1907) Kanalstrahlen

[115] J Stark, Remarks on Hull's observations of the Doppler effect in canal rays Astrophys J **25** p 230—234 (1907) Kanalstrahlen

[116] G F Hull, Doppler effects and polarisation in canal rays Astrophys J **25** p 234—235 (1907) Kanalstrahlen

[117] J Stark, Photographs of the Doppler effect in the spectrum of hydrogen and of mercury Rejoinder to Mr Hull's reply Astrophys J **26** p 63—65 (1907) Kanalstrahlen

[118] G F Hull, On the Doppler effect in the spectrum of hydrogen and of mercury Comments on Mr Stark's article Astrophys J **26** p 117—119 (1907) Kanalstrahlen

[119] R Kuch und T Retschinsky, Temperaturmessungen im Quecksilberlichtbogen der Quarzlampe Ann d Phys (4) **22** p 595 602 (1907)

[120] R Kuch und T Retschinsky, Untersuchungen uber selective Absorption im Quecksilberbogen Ann d Phys (4) **22** p 852—866 (1907)

[121] Furst B Galitzin, Ueber die Structur einiger Linien im Spectrum des Quecksilberdampfes Bull acad St Petersb (6) **1** p 159—163 (1907)

[122] Furst B Galitzin und J Wilip, Ueber die Eigenschaften einiger Emissionslinien des Quecksilberdampfes Mem acad St Petersb (8) **22** Nr 1 (1907) Structur, Verbreiterung, Umkehrung

[123] W J H Moll, Ondersoek van ultra-roode spectra Dissert Utrecht 1907, Proc Acad Amsterdam 1907 p 544—548, Arch Néerl (2) **13** p 100—134 (1908) Ultraroth

[124] R W Wood, Modification in the appearance and position of an absorption band resulting from presence of a foreign gas Astrophys J **26** p 41—45 (1907) Linie 2536

[125] O von Baeyer, Ueber die Structur feinster Spectrallinien Verhandl physik Ges **9** p 84—90 (1907), Astrophys J **25** p 267—273 (1907) Structur.

[126] E Castelli, Gradual modification of the first linear spectra of emission of mercury Phil Mag (6) **14** p 784—785 (1907), Nuovo Cim (5) **15** p 57—62 (1908)

[127] O Lummer, Demonstration eines neuen Quecksilberlinienspectrums Die Trabanten der hellgrunen Quecksilberlinie an Quecksilberbogenlampen verschiedener Construction Jahresber schles Ges f vaterland Cultur 1907 Banden

[128] H Stansfield, Echelon spectroscopes and the green mercury line Nat **78** p 8 (1908) Structur

[129] A Pfluger, Die Gesetze der Temperaturstrahlung und die Intensitatsvertheilung im Spectrum der Quecksilberlampe Ann d Phys (4) **26** p 789—805 (1908)

[130] O von Baeyer, Ueber den Einfluss der Dispersion auf den Gangunterschied beim Interferenzspectroscop nach Lummer-Gehrcke Verhandl physik Ges **10** p 733—740 (1908) Structur der Linien

[131] S R Milner, On the nature of the streamers in the electric spark Phil Trans A **209** p 71—87 (1908) Funke auf bewegtem Film

[132] A H Pfund, A new mercury lamp Astrophys J **27** p 299—300 (1908) Vacuumlampe

[133] Harvey Clayton Rentschler, A new method for measuring the index of refraction of a gas for different light-waves and results obtained for several gases Astrophys J **28** p 353—359 (1908) Vacuumlampe

[134] F Horton, The spectrum of the discharge from a glowing lime cathode in mercury vapour Proc Cambridge Phil Soc **14** p 501—507 (1908) Einige Wellenlangen

[134a] F Paschen, Zur Kenntniss ultrarother Linienspectra I (Normalwellenlängen bis 27000 Å-E) Ann d Phys (4) **27** p 537—594 (1908)

[135] H Nagaoka, On the complex structure of some spectrum lines of mercury Tôkyô Sûgaku-Butsurigakkwai Kizi (2) **5** (1909) Structur

[136] P Gmelin, Der Zeeman-Effect einiger Quecksilberlinien in schwachen Magnetfeldern, absolut gemessen Dissert Tubingen 1909

[137] F Paschen, Zur Kenntniss ultrarother Linienspectra II (Spectra von Thallium, Aluminium, Zink, Cadmium, Magnesium, Calcium) Ann d Phys (4) **29** p 625—663 (1909) Ultraroth

[138] L Janicki, Die Beschaffenheit der Spectrallinien der Elemente I Ann d Phys (4) **29** p 833—868 (1909) Structur der Linien

[139] H E. Watson, On the wave-lengths of lines in the secondary spectrum of hydrogen Proc Roy Soc A 82 p 189—204 (1909) Messungen

[140] Harold Stiles, A determination of wave-lengths (international system) for the arc and spark spectrum of mercury Astrophys. J 30 p 48—61 (1909) Messungen

[141] H Finger, Ein Beitrag zur Kenntniss des Einflusses des Mediums auf die Linien in Funkenspectren Dissert Munster 1909 Zs f wiss Photogr 7 p 330—356, 369—392 (1909) Funke in Wasser

[142] F Paschen, Ueber die Seriensysteme in den Spectren von Zink, Cadmium und Quecksilber Ann d Phys (4) 30 p 746—754

[143] T Royds, Anhang zur Arbeit von Hrn Paschen uber „Die Seriensysteme in den Spectren von Zink, Cadmium und Quecksilber" Ann d Phys (4) 30 p 1024 (1909)

[144] R W Wood and D V Guthrie, The ultra-violet absorption spectra of certain metallic vapors und their mixtures Astrophys J 29 q 211—223 (1909) Absorption durch Dämpfe

Das Funkenspectrum des Quecksilbers ist eines der am fruhesten untersuchten Spectren Wheatstone [1, 9] beschreibt das Spectrum und giebt eine rohe Zeichnung, welche 7 Linien zeigt, er findet auch schon, dass das Spectrum immer das gleiche bleibe, ob man den Funken in Luft, im luftverdunnten Raum, in verschiedenen Gasen, oder auch unter Wasser, uberschlagen lasse — Eine ahnliche Zeichnung liefern spater Alter [2] und Masson [3], eine genauere Ångstrom [4]

Einen erheblichen Fortschritt bringt Plucker [5], der das Quecksilber in ein Geisslerrohr bringt, das Licht werde sehr hell, wenn man das Hg zum Sieden erhitze (40°—50° C) Er misst 9 Linien in Wellenlangen, die starksten seien 5782 (richtig 5790), 5759 (5769), 5461 (5461) und 4359 (4358) — In der zweiten Abhandlung (6) findet sich eine Abbildung der benutzten Rohre mit zwei Quecksilberelectroden

Gladstone [7, 8] beobachtet zuerst den Bogen er lasst aus einem Reservoir einen Quecksilberstrahl in ein Gefäss fliessen, verbindet das Reservoir und das Gefass mit den Enden einer Batterie Dann zerfallt der Strahl in sich zerstreuende Tropfen, zwischen denen ein Bogen entsteht, der viele Linien bis weit ins Ultraviolett zeigt Gladstone giebt nur eine Zeichnung des Spectrums

Kirchhoff [10] misst zur Erforschung des Sonnenspectrums 7 Linien des Funkenspectrums — Nach einer werthlosen Veroffentlichung von Robinson [11] und einer Zeichnung von Miller [12], welche zum ersten Mal den ultravioletten Theil des Funkenspectrums nach Photographieen darstellt, folgt die Messung von Huggins [13], die 24 Linien des Funkenspectrums aufweist

Brasack [14] liefert wieder nur eine Zeichnung mit vielen Linien Mitscherlich [15] bekommt zuerst Linien in einer Flamme, er findet, dass Cyanquecksilber in der O-H-Flamme zwei Linien zeige, — nach der Zeichnung wohl 5460 und 4358, — wahrend Chlor- oder Schwefelquecksilber nichts ergaben, auch der Funke zeigte ihm diese Linien

Plucker und Hittorf [16] geben an, dass das Spectrum im Geisslerrohr am besten erscheine, wenn man Leidener Flasche und Funkenstrecke benutze Sie weisen auf die ausserordentliche Empfindlichkeit der Reaction hin Wenn

man z. B. Arsen in ein Geisslerrohr bringe und erhitze, so treten zuerst Quecksilberlinien auf, namentlich ein Paar im Gelb (5780, 5769), von den Spuren Hg, die alles Arsen enthält. In der That findet man die Hg-Linien in allen Röhren, die mit der Quecksilberpumpe evacuirt sind, wenn der Druck des sonst im Rohre befindlichen Gases oder Dampfes sehr klein ist, und wenn man nicht besondere Kunstgriffe angewandt hat, um das Einströmen von Hg-Dampf in das Rohr zu verhindern.

Thalén veröffentlicht zuerst [17] eine Zeichnung des sichtbaren Funkenspectrums mit 7 Linien, dann [18] eine Messung in Ångströmschen Einheiten.

Lecoq [19] untersucht das Spectrum des Funkens nach der Chloridlösung. Neben einer Reihe von Linien findet er auch zwei Banden, etwa 570—550 und 530—522, die vielleicht der Chlorverbindung angehören. — Nach derselben Methode arbeitet Ciamician [21], der in einer Zeichnung, welche sich nicht berechnen lässt, Linien und Banden giebt. Er erklärt das Spectrum für „homolog“ mit dem von Ag und Cu.

Cappel [18a] giebt an, durch Funken von Salzlösungen könne man noch 0.0001 Hg erkennen.

Lockyer [20] findet, dass Hg-Dämpfe im sichtbaren Spectrum keine Absorption ausüben.

Rand Capron [22] veröffentlicht eine Photographie des Funkenspectrums, die im Wesentlichen drei Linien zeigt: 4358, 4047, 3984. Eine erheblich weiter reichende Photographie des Funkens in Luft und des Spectrums im Geisslerrohr veröffentlicht H. W. Vogel [25] und giebt auch Wellenlängen zwischen 465 und 365. Die Spectra sind indessen sehr unrein, die Messungen ungenau, so dass man nur einige Hauptlinien erkennen kann, die auftretenden Banden gehören wohl theils zu C, theils zu N.

Peirce [23] versucht die Spectra der Haloidverbindungen im Geisslerrohr zu erhalten. Das Chlorid und Chlorür geben ihm ein Band, das etwa von 559—554 reicht, nach Roth scharf begrenzt ist, das Bromid gab ein Band 506—498, das Jodid 445—442.

Dass die Quecksilberlinien sich mit wachsendem Druck stark verbreitern, hatte schon der Vergleich des Funkens bei Atmosphärendruck und des Geisslerrohrs gezeigt. Ciamician [24] will diese Erscheinungen näher untersuchen, indem er in einem Geisslerrohr durch Steigerung der Temperatur die Dampfspannung erhöht. Die Angaben für 6 Linien, von welchen eine nicht zu Hg gehört, sind recht oberflächlich. Ciamician findet, dass bei der Siedetemperatur ein Band 482—481 auftrete, dessen Ursprung indessen auch ganz unbekannt ist.

Das ultraviolette Funkenspectrum wird zuerst von Hartley [26, 27] photographirt, dann von ihm und Adeney [29] gemessen. Die Angaben reichen von 4358 bis 2150. Bald darauf untersucht Hartley [29] zu Zwecken einer quantitativen Analyse die Spectra von Funken nach immer stärker verdünnten Lösungen, zuletzt bleibt 2536 übrig, welches noch bei 0.01 % zu sehen ist.

Liveing und Dewar [28] wollen das Bogenspectrum untersuchen, erhalten aber nur eine einzige Linie, 2536, welche umgekehrt erscheint. Sie erhalten die Linie auch sehr hell in einer Cyanflamme, die Hg-Dämpfe enthält. — Diese Linie ist bei weitem die empfindlichste des ganzen Quecksilberspectrums, man findet sie in zahlreichen Spectralphotographieen, in denen man sie nicht vermuthen würde, z. B. fast stets im reinen Kohlebogen. Sie tritt dann fast immer umgekehrt auf, und zwar ohne dunkle Ränder (im Negativ) als sehr feine helle Linie auf dem schwach continuirlichen Grund[1]). Ist mehr Hg im Bogen, so wird die Linie enorm verbreitert.

Lockyer [32] erhält in der Sauerstoffleuchtgasflamme die Linie 5460, Sundell [31] giebt an, dass in Geisslerröhren mit N, O oder Luft die Hg-Linien nur bei sehr kleinem Druck erscheinen, in H schon bei grösserem. In Luft sei nur 5460 sichtbar, in N und O auch 5790, 4916, 4358, in H noch 4826, 4078, 4046. Ich kann indessen diese Angaben nicht als richtig anerkennen; wie schon oben bemerkt, sieht man z. B. in Luft stets das gelbe Paar 5790, 5769 und andere Linien.

Bei einer Untersuchung von Gasspectren misst Ames [33] eine Anzahl der in den Röhren auftretenden Hg-Linien.

Kayser und Runge [35] photographiren zum ersten Mal das Bogenspectrum des Hg. Dazu wurde die untere positive Kohle etwas ausgehöhlt und ein Tropfen Hg hineingelegt, während des Brennens der Lampe mit einer Pipette von Zeit zu Zeit etwas Hg nachgefüllt. Es trat, im Gegensatz zu dem Befunde von Liveing und Dewar, ohne alle Schwierigkeit ein äusserst intensiver Bogen auf, der ein linienreiches Spectrum lieferte. — Neuerdings findet es übrigens auch Stiles [140] wieder schwierig, den Bogen zu erzeugen; er erreicht schliesslich seinen Zweck, indem er die positive Kohle durchbohrt, unten mit Schlauch ein Glasrohr ansetzt und dadurch die Kohle stets ganz gefüllt mit Hg hält. — Die Untersuchung von Kayser und Runge liefert neben den Wellenlängen zwischen 5819 und 2224 auch die beiden Serien von Triplets, welche für das Spectrum so characteristisch sind.

Warburg [34] findet, dass in weiten Geisslerröhren (etwa 5 cm Durchmesser) im positiven Licht ein völlig continuirliches Spectrum auftritt, welches also niedriger Temperatur angehören würde.

Von diesem continuirlichen Spectrum ist natürlich der continuirliche Grund wohl zu unterscheiden, der in Funken an Luft so häufig auftritt. Nach Hartley [36] fehlt dieser bei Hg, dagegen zeigt es sehr deutlich die Erscheinung der „verlängerten Linien“. (Siehe Bd. II p. 352.)

Eine für die neuerdings so häufige Anwendung des Quecksilberspectrums sehr wichtige Erfindung machte Arons [31, 45], als er die Quecksilbervacuumlampe herstellte, bei welcher ein Bogen zwischen Hg-Electroden im Vacuum erzeugt wird[2]). Die erste Lampe derart war höchst umständlich, aber Arons

1) Vergl. Bd. II p. 350. Es findet sich hier auch eine Abbildung.

2) Vergl. Bd. I p. 172ff.

verbesserte sie bald, zeigte auch, dass man in ihr statt Hg Amalgame verwenden und so noch Linien anderer Metalle neben denen des Hg erhalten könne. Es sind viele verschiedene Constructionen später angegeben worden, theils aus Glas, theils aus geschmolzenem Quarz. Die Glasapparate verlangen durchaus äussere Kühlung oder nur kurzen Gebrauch, da sonst das Glasgefäss springt, die Quarzlampen aber, die zuerst von Heraus in Hanau angefertigt und in den Handel gebracht wurden, haben sich ausserordentlich gut bewährt. — Ich will an dieser Stelle die verschiedenen Formen nicht näher beschreiben, sondern nur einige Literatur dazu angeben, welche zu der in Band I gegebenen seitdem hinzugekommen ist: Fabry und Perot [67], Lummer [71], Runge und Paschen [70], Barnes [89], Janicki [96], Kuch und Retschinsky [106], Pfund [132], Rentschler [133].

Arons misst in der besprochenen Arbeit auch roh die Wellenlänge der auftretenden Linien.

Zu den von Kayser und Runge [35] aufgestellten Tripletserien bemerkt Rydberg [39], dass die Glieder der ersten Nebenserie complicirter gebaut seien: jedes erste Glied eines Triplets besteht aus 4 Linien, jedes zweite aus 3, jedes dritte aus 2. Später bestätigen dies Runge und Paschen [70] für die beiden ersten Triplets, Stiles [140] findet fehlende Linien auch noch zu zwei weiteren.

Michelson [38] stellt zuerst die Frage nach einer feineren Structur der Spectrallinien auf und sucht sie mit seinem Interferometer [1]) zu beantworten. Diese Untersuchung hat für die Quecksilberlinien eine Unzahl von Publicationen hervorgerufen. Zunächst wenden Fabry und Perot [53, 55, 58] ihr Interferometer an, dann wird auch vielfach das Michelsonsche Stufengitter oder die Lummersche Platte verwandt. Die Resultate widersprechen sich oft, namentlich findet Lummer immer mehr Trabanten, je öfter er untersucht. Das wird schliesslich auf Fehler der Lummerschen Platte zurückgeführt, aber völlige Uebereinstimmung und Sicherheit ist auch heute noch nicht erreicht. Ich will an dieser Stelle nur die Literatur zusammenstellen: Perot und Fabry [53, 55, 58], Lummer [69, 127], Gray und Stewart [72], Lummer und Gehrcke [77], Hagenbach und Konen [83], Houstoun [88], Barnes [89], Janicki [96, 138], Gehrcke und von Baeyer [98, 103], Nutting [101, 113], Bates [112], Galitzin [102, 121], Galitzin und Wilip [122], von Baeyer [125], Stansfield [128], Nagaoka [135].

Einen hervorragend wichtigen Beitrag zur Kenntniss des Hg-Spectrums liefern Eder und Valenta [40]. Sie untersuchen zuerst den Bogen und Funken in Luft, beide Spectra sind im Grossen und Ganzen identisch, nur letzteres linienreicher. — Dann wird das Geisslerrohr herangezogen. In ihm erscheinen die Linien sehr scharf im Gegensatz zu Bogen und Funke, die Zahl der Linien hängt ab von der Stromdichte und von der Temperatur des Dampfes. In weiten Rohren bei gewöhnlicher Temperatur kann sich das Spectrum auf wenige Linien beschränken, während bei gesteigerter Temperatur

1) Vergl. Bd. I p. 885 ff.

das Spectrum linienreicher wird, als das Funkenspectrum. Schaltet man nur eine Leidener Flasche ein, erhitzt einen Theil des Rohres, halt den andern Theil kalt, so treten in der Capillare eine Unzahl neuer Linien auf, es erscheint das „linienreichste“ Spectrum, in welchem Eder und Valenta etwa 600 Linien gemessen haben. In weiteren Rohrtheilen erhalt man ein Gemisch dieses Spectrums mit einem Bandenspectrum, letzteres wird rein erhalten, wenn man Entladungen ohne Flasche durch ein Geisslerrohr gehen lasst, dessen eine Seite erhitzt wird, wahrend die andere kalt gehalten wird, so dass das Quecksilber destillirt. Auch von diesem Bandenspectrum haben Eder und Valenta grosse Theile ausgemessen. Kleine photographische Abbildungen begleiten die Abhandlung.

Demarçay [41] benutzt Funken nach Losung, giebt aber nur an, das Spectrum sei sehr ahnlich der Zeichnung von Lecoq.

Wiedemann und Schmidt [42] erregen Metalldampfe in geschlossenen Glaskugeln durch electrische Schwingungen des Lecherschen Systems, im Quecksilberdampf sehen sie im positiven Licht ein continuirliches Spectrum im Grun.

Jones [44] lasst continuirliche Strome durch Dampfe von Quecksilbersalzen gehen. Er bildet die auftretenden Banden des Jodid, Bromid und Chlorid ab, und misst auch einzelne Linien derselben. Indessen ist die benutzte Dispersion vollig ungenugend gewesen, es sind fast durchweg Linienanhaufungen als Linien gemessen, und Kanten als Linien. Eine spatere genauere Untersuchung mit Gitter hat dann Lohmeyer [105] durchgefuhrt. Aber auch hier ist die Dispersion noch nicht genugend gewesen.

Mit dem Einfluss des Druckes auf das Bogenspectrum hat sich zuerst Mohler [45] beschaftigt, dann Humphreys [47], wahrend ersterer widersprechende Resultate erhalt, findet Humphreys fur die Linien 5461 und 3650 eine Verschiebung von 0.068 A bei 10 Atmospharen.

Exner und Haschek [46, 79] geben ein Verzeichniss der Funkenlinien, spater auch [90] der Bogenlinien im kurzwelligen Theil.

Kalahne [51] wendet wieder continuirlichen Strom zum Erregen der Geisslerrohren an, welche er erhitzt. In einem engen Rohr von 3 mm erhalt er ein continuirliches Spectrum, einige Linien und, wenn das Rohr am einen Ende heisser ist, als am andern, Banden. In einem weiteren Rohr von 8 mm traten nur das continuirliche Spectrum von 650 bis 435 in grosser Helligkeit und einige Linien auf. Dann macht Kalahne photometrische Messungen, er findet, dass die Helligkeit der Linien langsamer wachst als die Stromstärke, dass bei constanter Stromstarke die Intensitat der Linien mit steigendem Druck abnimmt, die des continuirlichen Grundes wachst. — Auch Ferry [52] misst die Helligkeit der Linie 5460 bei Anwendung constanten Stroms, findet aber, dass die Intensitat streng proportional der Stromstarke wachse.

Lewis [60] findet, dass die Anwesenheit von Quecksilberdampf in Geisslerrohren mit Gasen die Helligkeit der Gaslinien erheblich schwächt, namentlich bei kleinem Druck. Untersuchungen zu dieser Erscheinung liefert auch Nutting [93a].

Inzwischen war durch die Entdeckung des Zeeman-Effectes ein neues

34*

Forschungsgebiet eroffnet. Michelson [50, 57] macht die ersten Beobachtungen fur die gelben Linien 5889 und 5872, fur eine grune und eine violette Linie. Ihm folgt Shedd [59] fur die Linien 5790, 5460, 4358, Reese [64] fur 5460, 4678, 4046, 3984. Auch Blythwood und Marchant [68] untersuchen 5790, 5768, 5460, 4358. Die eingehendsten und nahezu erschopfenden Messungen fuhren Runge und Paschen [66, 74] durch, wozu Paschen [65] ein besonders geeignetes Geisslerrohr construirt. Sie untersuchen die Linien der ersten Nebenserien und der in dieser auftretenden Trabanten, der zweiten Nebenserie, und einer grossen Anzahl anderer Linien, im ganzen 34 Linien und stellen die analoge Zerlegung analoger Serienlinien fest. — Nach einigen oberflachlichen Bemerkungen von Berndt [76] ist dann noch eine Arbeit von Gmelin [136] zu nennen, welcher die Zerlegung der Linien 5790, 5769, 4916, 4358, 4047 in absolut bestimmten Magnetfeldern misst, und eine von Royds [143].

Schuster und Hemsalech [61] photographiren das Funkenspectrum auf schnell bewegtem Film. Die Linien erscheinen dabei gekrummt, ein Beweis dafur, dass die leuchtenden Hg-Theilchen, oder das Leuchten, mit messbarer Geschwindigkeit von den Electroden aus fortschreitet. Sie erhalten Geschwindigkeiten zwischen etwa 400 und $1000 \frac{m}{sec}$ je nach dem benutzten Amalgam, reines Hg gab zu unscharfe Linien. Aehnliche Versuche fuhrt spater Milner [131] aus und findet 670 bis $890 \frac{m}{sec}$. Er misst auch die Dauer des Leuchtens, erhalt fur die Linien, welche fur den Bogen characteristisch sind, etwa 60, fur die Funkenlinien 12 Milliontel Secunden.

Mehrere Abhandlungen beschaftigen sich mit Flammenspectren. Es ist schon bemerkt, dass Mitscherlich [15] vom Cyanquecksilber Linien in der Knallgasflamme erhielt, Liveing und Dewar [28] die Linie 2536 in der Cyanflamme. Gouy[1]) dagegen hat vergebens versucht, in der Bunsenflamme von eingestaubten Hg-Salzen irgend welche Linien zu finden, und auch de Watteville [85] hat keinen Erfolg, ebenso finden Hartley und Ramage [73], dass in der Knallgasflamme das Oxyd weder Linien noch Banden giebt. Dann aber erhalt de Watteville [100] von verschiedenen Salzen die Linie 2536, welche sehr intensiv auftritt. Liveing [56] knupft an das Erscheinen dieser Linie in Flammen einige Bemerkungen zur Theorie der Strahlung.

Eine sehr eingehende Untersuchung der Quecksilberspectra unternimmt Huff [63]. Im Bogen findet er dieselben Linien, wie Kayser und Runge, fugt aber noch eine Anzahl Linien sehr kurzer Wellenlänge bis zu 1872 hinzu. — Beim Funken in Luft beschreibt er den Einfluss von Capacitat, welche bei einigen Linien die Intensitaten wesentlich andert. Selbstinduction schwächt eine Anzahl von Funkenlinien, — er nennt 3984, 3790, 3562, 3544, 3390, 2848, 2820, — lasst andere ganz verschwinden, — 5679, 5426, — starkt andere, — 5790, 5770, — macht alle Linien scharfer. — Dann geht Huff zu Geissler-

1) A. Gouy, Recherches photometriques sur les flammes colorées. Ann. chim. et phys. (5) 18. p. 5—101. 1879.

rohren und bestatigt hier im Wesentlichen die Resultate von Eder und Valenta. es treten das gewohnliche Linienspectrum, oder das linienreiche Spectrum oder Banden auf, je nach der Temperatur des Rohres und den Entladungsbedingungen, das eine Spectrum geht continuirlich in das andere uber, und man kann bei passenden Bedingungen alle drei in den verschiedenen Theilen desselben Rohres erhalten. Bei sehr hoher Temperatur, starken Entladungen mit Capacitat, entsteht ein continuirliches Spectrum. Huff giebt interessante Photographieen, indem er das Geisslerrohr direct an Stelle des Spaltes benutzt, wodurch man erkennt, welche Spectra in den verschiedenen Theilen des Rohres gleichzeitig vorhanden sind.

Auch Eginitis [74a] untersucht den Einfluss der Selbstinduction.

Lewis [78], wie schon vor ihm Hertz[1]) findet, dass Hg-Dampf unter Kathodenstrahlen leuchtet und einige Linien zeigt.

v. Bolton [82] erhalt das Linienspectrum bei der starken Electrolyse von Hg-Salzen und giebt eine Zeichnung des Spectrums. Morse [86] erhalt ebenso im Wehneltunterbrecher mit dem Nitrat ein Spectrum, dessen Linien gemessen und mit Bogen und Funken verglichen werden. Es nimmt eine mittlere Stellung ein. Banden sind nicht vorhanden. Eine starke Linie 3381.0 war sichtbar, die sonst bei Hg nicht beobachtet worden ist, aber keiner Verunreinigung zugeschrieben werden konnte.

Hagenbach und Konen [83] photographiren mit grossem Concavgitter das Bandenspectrum und erhalten dabei in der zweiten Ordnung auch die Linien in ihre Componenten zerlegt. — In ihrem Atlas [97] bringen sie Abbildungen aller verschiedenen Hg-Spectra.

Spater beobachtet auch Lummer [127] an einer Vacuumlampe ein unklar beschriebenes Spectrum, welches wohl nichts anderes ist, als das Bandenspectrum von Eder und Valenta.

Gehrcke [88a] findet, dass bei Erregung eines Rohres durch electrische Schwingungen die Componenten der Hg-Linien unscharfer erscheinen, als sonst. — Steinhausen [88b] sucht die enhanced lines auf.

Coblentz und Geer [80] versuchen im Ultraroth Strahlungen nachzuweisen. Sie finden auch eine ganze Reihe von Maxima, aber die Angaben scheinen bedenklich, da sie mit den spateren genaueren von Paschen, die durch die gesetzmassige Lage der Linien als sicher erwiesen sind, nichts gemein haben. Im Ultraroth hat ferner Moll [123] mit Thermosaule gemessen und seine Angaben stimmen besser mit denen Paschen's. Endlich hat Paschen [137] ausgezeichnete Messungen mit Bolometer veröffentlicht, die er aber als nur vorlaufige bezeichnet, er gelangt bis 1,7 μ. Er fugt spater [142] Weiteres hinzu. Den rothen Theil des Spectrums misst Hermann [84].

Ich will hier gleich die ubrigen messenden Arbeiten anschliessen. Lehmann und Straubel [75] messen mit Geisslerrohr kurzwellige Linien zwischen 2213 und 1930. Auch Stark und Kinoshita [110] bestimmen ein paar Wellen-

1) H. Hertz, Vers. uber die Glimmentladung. Wiedem. Ann. **19**. p. 782—816 (1883) s. p. 807.

langen Stark [94] misst dann die beiden Linienspectra des Quecksilbers in Bogenlampen, das erste im wirklichen Bogen, das zweite im Glimmlicht. Er stellt die Hypothese auf, das erste entspreche einwerthigen, das zweite zweiwerthigen Ionen, d. h. Atomen, welche 1 resp. 2 negative Electronen verloren haben. Er beobachtet auch Banden, und zwar im Bogen besonders im Ultraviolett, aber schwach, im Glimmlicht im ganzen Spectrum und starker (vergleiche [107]).

Horton [134] findet einige rothe und orange Linien in einem Geisslerrohr mit Quecksilberdampf, die er fur Hg-Linien halt und roh misst. Es war ihm unbekannt, dass sie langst von anderen gemessen waren.

Watson [139] misst bei Gelegenheit der Untersuchung des zweiten Wasserstoffspectrums auch die im Geisslerrohr auftretenden Hg-Linien. Endlich liefert Stiles [140], wie es scheint, vorzugliche Messungen des Vacuumlichtbogens von 7081 bis 2258 und des Funkenspectrums.

Noch ist eine Abhandlung von King [87] zu erwahnen, der die Veranderlichkeit des Funkenspectrums untersucht. Er bestatigt im Wesentlichen die Resultate von Huff. Selbstinduction schwacht das Spectrum erheblich, die Serienlinien erhalten etwa 1/10 der Intensitat, die nicht zu Serien gehorigen Linien werden zum Theil viel starker geschwacht, so 3984, 3790, 2848, andere z. B. 4078, 3022 etwa ebenso wie die Serienlinien. Im Gegensatz zu den meisten Metallen wird das Ultraviolett nicht starker geschwacht, als das sichtbare Spectrum.

Zur Untersuchung der Funkenspectra sei noch eine Arbeit von Finger [141] erwahnt, der Funken unter Wasser beobachtet. Es treten nur drei Linien 4358, 3131 und 3125 auf, und zwar als ausserst schwache umgekehrte Linien.

Dann ist noch eine Abhandlung von Galitzin und Wilip [122] zu nennen, welche an vier Quecksilberlinien 5790, 5769, 5460 4358 eine umfangreiche detaillirte Untersuchung uber die Breite der Linien in ihrer Abhangigkeit von Temperatur, Druck, Entladungsstarke usw. vornehmen. Bei den beiden letzten Linien treten Erscheinungen auf, die ich fur zweifellose Selbstumkehr halte, obgleich die Autoren das nicht gelten lassen wollen, sondern verschiedene Geschwindigkeit der emittirenden Theilchen und das Dopplersche Princip zur Erklarung heranziehen.

Zahlreiche Abhandlungen hat die Vacuumlampe hervorgerufen. Pfluger [91] misst mit Thermosaule die Ausschlage, welche er im Spectrum einer Quarzlampe erhalt, deren Wattverbrauch nicht angegeben wird. Kurz darauf veroffentlicht auch Ladenburg [93] solche Messungen. Beide Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt, die Zahlen geben die Galvanometerausschlage an.

λ	579	546	436	405	365	334	313	297	275	265	254
Pfluger	140	90	114	69	98	10	97	32	1	15	63
Ladenburg	27	42	30	16	23	1	15	5	7	1	7

Die enormen Unterschiede der Verhaltnisse der Intensitaten sind durch verschiedenen Wattverbrauch und verschiedene Absorption der verschieden dicken Schichten vielleicht zu erklaren.

Vaillant [111] brennt eine Cooper-Hewitt Lampe mit 99 bis 200 Watt,

misst die Intensität für die Wellenlängen 579—577, 546, 492. Er findet, dass die Energie der rothen Linien am schnellsten wächst, die der blauen am langsamsten, und schliesst, die Strahlung der Hg-Lampe verhalte sich in Bezug auf Temperatureinfluss umgekehrt, wie die der festen Körper. Er übersieht dabei, dass nur die Vergleichung von Linien derselben Serie Sinn hat.

Kuch und Retschinsky [106] brennen Lampen mit Spannungen zwischen 25 und 500 Volt. Bei geringer Belastung der Lampe füllt das Licht das ganze Rohr, bei steigender Belastung schnürt es sich immer mehr ein. Sowohl die sichtbare wie die ultraviolette Gesammtstrahlung wächst mit steigender Belastung, letztere schneller. — Die Farbe der Lampe ändert sich mit der Belastung, sie ist anfangs fahl grün, wird allmählich gelber und es kommen rothe Strahlen hinzu. Das Spectrum zeigt, dass ausser den Linien ein continuirliches Spectrum auftritt, dessen Intensität mit steigender Belastung wächst. Die Autoren messen zuerst photometrisch das Anwachsen dieses continuirlichen Spectrums für die Wellenlängen 645, 473, 445. Bei einer Steigerung von etwa 145 Watt auf 425 Watt wächst die Intensität bei 645 von 5 auf 40, bei 473 von 5 auf 50, bei 445 von 5 auf 60. Die kurzen Wellen wachsen also schneller als die langen, wie das Strahlungsgesetz bei festen Körpern verlangt.

Dann werden einzelne Spectrallinien photometrirt. Die drei Linien der zweiten Nebenserie, 5460, 4358, 4046, verhalten sich gleich: von etwa 30 bis 410 Watt wächst die Intensität auf das zwanzigfache, für die Linien 5679 (die im Luftbogen fehlt) und 4916 wächst die Intensität zwischen 30 und 360 Watt auf das 32-fache. Für die Linien endlich 6907, 6234, 5790, 4959, 4347, 4078, die alle nicht zu Serien gehören, wächst die Intensität von etwa 100 Watt bis 430 Watt um das dreissigfache.

In einer zweiten Abhandlung [119] messen Küch und Retschinsky mittelst eingebauter Thermoelemente die Temperatur im Bogen. Bei einer Spannung von 60 Volt werden schon 1700° erreicht, und sie schliessen, dass man bei 200 Volt auf 6000 bis 7000° kommen müsse.

Am wichtigsten ist wohl die dritte Abhandlung von Kuch und Retschinsky [120], in welcher über Absorption des leuchtenden Quecksilberdampfes berichtet wird. Es werden zwei Lampen, die durch planparallele Platten aus Quarzglas verschlossen sind, hinter einander gesetzt und durch denselben Strom gespeist. Intensitätsmessungen an Spectrallinien, wenn nur die vordere, nur die hintere, und wenn beide Lampen gleichzeitig brennen, ergeben die Absorption durch die vordere Lampe. Eine Durchführung der Methode für viele Linien scheitert an ungenügenden Apparaten, aber es zeigt sich doch, dass die Absorption bei verschiedenen Linien sehr verschieden gross ist. Dann werden nur qualitative Versuche derart ausgeführt, dass die Spectren bei Querdurchsicht und Längsdurchsicht photographirt werden, im letzteren Falle müssen die Linien, für welche die Absorption stärker ist, relativ geschwächt erscheinen. Die Erfahrung bestätigt, dass solche relative Intensitätsunterschiede in starkem Maasse hervortreten. Es ergiebt sich, dass

in allen Serien die Linien kleiner Wellenlange schwacher absorbirt werden, als die von grosserer Wellenlange. Von nahe bei einander liegenden Linien wird die starkere am starksten absorbirt. — Die Arbeit enthalt gute Photographieen des Spectrums.

Aehnliche Versuche sind dann mit denselben Lampen, aber weit besseren Apparaten von Pfluger [129] durchgefuhrt worden, der theils photometrisch, theils und besonders mit der Thermosaule misst. Die Messungen ergaben: Innerhalb jeder Linienserie fällt die Intensitat mit der Wellenlange, auch innerhalb jedes Triplets fallt die Intensitat mit der Wellenlange. In jeder Serie wachst die Intensitat mit steigender Belastung desto schneller, je kurzer die Wellenlange ist, fur verschiedene Serien aber findet dies Anwachsen nach verschiedenem Maassstabe statt. — Dann macht Pfluger auch quantitative Absorptions- und Emissionsmessungen, welche aber nur fur zwei Linien, 5460 und 4046, der zweiten Nebenserie befriedigend ausfallen, es zeigt sich, dass bei wachsender Belastung fur beide Linien die Absorption im gleichen Maasse zunimmt, die Emission aber nicht. — Die sehr interessanten Versuche sollen mit verbesserten Hilfsmitteln fortgesetzt werden, sie machen es sehr wahrscheinlich, dass auch hier innerhalb jeder Linienserie die Gesetze der Strahlung fester Korper qualitativ gelten.

Eigenthumliche Resultate theilt Castelli [126] mit, er beobachtet an Lampen aus Uviolglas, dass mit der Dauer des Brennens die ultravioletten Linien immer schwächer wurden, z. B. die Linien, welche I. N. I. 4 bilden, bei 366, wahrend die sichtbaren Linien 5790, 5769, 5460 viel starker werden. Bringt man die Lampe in ein schwaches magnetisches oder electrostatisches Feld, so erscheinen die verschwundenen Linien wieder und es treten ein paar neue auf, die vorher nicht zu sehen waren. Die Versuche lassen sich vielleicht durch die Annahme erklären, dass bei dauerndem Brennen Gase frei werden und die Entladungsspannung sich andert.

Endlich ware noch eine Angabe von Stark und Reich [81] zu erwahnen: sie bringen an einer Hg-Lampe ein Seitengefass an, in welches beim Brennen der Lampe Quecksilber hineindestillirt. Der einströmende Dampf leuchtet und zeigt das Linienspectrum, in welchem aber die langen Wellen relativ starker sind.

Zur Kenntniss des Quecksilberspectrums ist noch hinzuzufugen, dass Kanalstrahlen in Hg-Dampf den Dopplereffect zeigen. Es sind zahlreiche Notizen daruber erschienen [99, 108—118]. Stark schliesst, die Emissionscentren der Serien seien zweiwerthige positive Ionen.

Nur kurz zu erwahnen sind an dieser Stelle Absorptionserscheinungen im Quecksilberdampf. Strutt [77 a] giebt an, im Sichtbaren absorbire Hg-Dampf nichts. Hartley [95] findet zuerst, dass ein starkes und breites Absorptionsband bei 2536 auftritt und dass der Dampf fluorescirt. Dann hat Wood [124] hochst merkwurdige Beobachtungen veroffentlicht. Er findet zwei Absorptionsbänder bei 2536 und 2350. Wenn man Hg im Vacuum erhitzt,

treten zuerst die beiden Linien 2536 und 2540 in Absorption auf, bei zunehmender Dampfdichte fliessen sie zusammen, und das Absorptionsband verbreitert sich, aber fast ausschliesslich nach der Seite der längeren Wellen, es ist schliesslich 400 A breit. Bildet sich der Dampf aber nicht im Vacuum, sondern ist Luft oder Wasserstoff zugegen, so findet die Verbreiterung vollkommen symmetrisch nach beiden Seiten statt, erst bei grösserer Dampfdichte beginnt die Verbreiterung nach längeren Wellen stärker zu werden. — Der Versuch sieht also ganz so aus, als hätten wir hier endlich einen Fall vor uns, in dem die Bewegungen des Emissions- resp. Absorptionscentrums von dem umgebenden Medium beeinflusst wird. — Wood zeigt gleichzeitig, dass dies Band starke anomale Dispersion hervorruft.

Später [144] findet Wood, dass Hg-Dampf die Absorption durch Dämpfe des Cd und Tl in sehr merkwürdiger Weise beeinflusst.

Bevor ich zu den Tabellen übergehe, sei noch einmal kurz zusammengestellt, was sich aus den im Vorhergehenden besprochenen Arbeiten über das Quecksilber ergiebt. Wir kennen:

1. ein Linienspectrum. Wenn hier zwischen dem gewöhnlichen und dem linienreichen Spectrum unterschieden wird, so scheint mir das unberechtigt. Es hängt ganz von der Erregungsart und der pro Volumeinheit zugeführten Energie ab, wie viele und welche Linien auftreten, wie wir das Gleiche bei zahlreichen Elementen kennen. Der Bogen liefert das linienärmste Spectrum, dann folgt der Funke, dann nicht condensirte Entladungen im Geisslerrohr, endlich der condensirte Funke im dichten Dampfe. Aber es zeigen sich alle Uebergänge, und man kann die verschiedenen Spectra in verschieden weiten Theilen desselben Rohres sehen, wie namentlich die Untersuchungen von Huff zeigen. Das linienreiche Spectrum ist also gleich dem gewöhnlichen plus einer grossen Anzahl neuer Linien. Wenn ich trotzdem in den folgenden Tabellen beide Spectra gesondert gebe, geschieht das nur aus technischen Gründen, um Raum zu sparen. Wenn ich in verschiedenen Colonnen alle Spectra nebeneinander aufführen würde, so würde die Tabelle mehr als einen Bogen füllen, und die gute Hälfte jeder Seite leer sein.

2. Ein Bandenspectrum, welches sich vom äussersten Ultraviolett bis ins Roth zu erstrecken scheint, aber noch sehr unvollkommen bekannt ist.

3. Ein continuirliches Spectrum. Vielleicht muss man hier unterscheiden zwischen dem continuirlichen Spectrum, welches zuerst Warburg bei hoher Verdünnung im Sichtbaren beobachtet hat, und dem Spectrum, welches z. B. Huff bei starken Entladungen unter hohem Druck findet, und welches mit dem allmählichen Verschwinden der Linien stärker wird. Sehr möglich ist es, dass das erste Spectrum nichts anderes ist, als die lichtschwachen und unscharfen Banden, bei kleiner Dispersion gesehen, das zweite dagegen durch Verbreiterung der Linien entsteht, also gewissermaassen dem Spectrum eines festen Körpers entspricht.

4. Haben wir einige noch sehr unvollkommen bekannte Verbindungsspectra

1 **Linienspectrum** (gewöhnliches Linienspectrum)

Ultrarother Theil

Coblentz u Geer (80)	Paschen (137, 142)	Moll (123)
5 73 μ		
5 50		
5 20		
4 73		
4 53		
4 28		
—	17110 0 d	
—	17073 06 d	1 70 μ
—	16940 4	—
—	16919 84	—
—	15296 1	1 52
1 285	—	1 36
—	12071 32	—
—	12021 3 d	—
—	11887 7 d	—
—	11288 16	1 13
1 045	10140 58	1 01
0 97		—

Rother Theil

Hermann[b]) (84)		Stiles[a]) (140)		Arons (37)	Eder u Valenta (40) Funke, Rohr		
7082 72	1	7081 96	1	7110 ungef			
6907 93	4	6907 47	4	—			
6716 84	1	6716 315	1	—			
—		—		—	6363 5	2	
6234 62	10	6234 31	2	6234	—		
—		6149 369	2	—	6152 3	9	5)
6123 78	10	6123 48	1	6123			
6073 01	10	6072 66	1	6072			

Kayser u Runge (35) Bogen in Luft	Stiles[a]) (140) Bogen in Luft	Stark (94) Bogen im Vacuum	Eder u Valenta (40) Funke	Eder u Valenta (40) Geisslerrohr[6])	Watson (139) Geisslerrohr	
	5888 789 3	5889 1 1u	5889 1 6	5889 1 4		5)
	71 301 3u	72 1 1	72 1 6	72 1 6		5)
	—	64 4 1	—	—		
	5859 49 1u	—	–	–		
5819 05 1u	—	—	19 1 1	19 1 1		
04 28 2r	—	—	04 3 1	04 3 1		
5790 49 10R	5790 659 10	5790 5 10R	5790 5 10	5790 5 10	5790 86 8	3) 4)
—	89 521 2	—	—	—	—	7)
69 45 10R	69 598 10	69 5 10R	69 5 10	69 5 10v	69 80 7	3) 4)
—	—	5679 1 5	5679 1 8	5679 1 8	–	3) 8)
—	5675 811 1	—	—	—	—	
—	37 710 2	—	—	37 8 1	—	5)
—	5595 340 2	—	5596 0 1	5596 0 6	—	5)
—	—	5557 6 2	—	—	—	
—	—	—	—	53 6 2		

3) Von Lecoq [19] im Funken nach Chlorür gesehen 4) Auf Zeeman-Effect untersucht v Runge u Paschen [74] 5) Diese Linien führt Stiles [140] im linienreichen Spectrum a) Die Messungen v Stiles beziehen sich auf die Normalen v Fabry u Buisson b) Hermann giebt noch die weiteren Linien 5890 05 (2 u), 5872 42 (1 u), 5867 50 (0), 859 59 (2 u), 5821 83 (6), 5804 18 (6) 6) Das Geisslerrohr war auf 140°—400° erhitzt 7) Diese Linie findet auch Paschen [142] 5789 88 8) Nach Steinhausen [88b] enhanced line.

	Kayser u Runge (35) Bogen i Luft	Stiles (140) Bogen i Luft	Stark (94) Bogen i Vacuum	Eder u Valenta (40) Funke	Eder u Valenta (40) Geisslerrohr	Watson (139) Geisslerrohr	
	—	5540 953 1	—	—	5541 0 1	—	5)
II N I 3	5460 97 10R	5460 742 10	5461 0 10	5461 0 10u	5461 0 10u	5460 93 10	3) 4)
	—	–	—	26 5 8	26 5 8	—	
	—	25 245 10u	06 0 1	—	—	—	5)
	—	5399 986 1	5398 5 1	—	—	—	
	—	—	93 4 1	—	—	—	
	—	—	73 2 2	—		—	
	5365 24 1U	—	65 5 3	5365 5 4	65 5 4	—	
	—	54 290 1u	—	—	—	—	
	—	—	34 3 1	—	—	—	
	—	—	5294 7 1	—	—	—	
	—	—	—	—	88 7 1	—	
	—	—	—	5279 3 2u	79 3 2	—	
	—	—	—	—	42 8 1	—	
	—	—	—	—	33 8 1	—	
	—	—	—	18 0 2u	18 0 2	—	
	—	—	—	5207 0 4u	5207 0 4	—	
	—	5162 285 1	—	—	5163 2 1	—	5)
	—	—	—	—	49 2 1	—	
	—	—	5135 6 1	—	—	—	
	—	—	—	5132 0 4	—	—	
	—	—	21 2 1u	—		—	
	—	—	—	—	01 5 1u	—	
	—	5081 260 0	—	—	—	—	
	—	—	—	—	5068 2 1	—	
	—	—	5051 8 1u	—	—	—	
	—		—	—	47 0 1u	—	
	—	—	38 2 1	—	—	—	
	—	25 563 0	—	—	—	—	
	—	4992 132 1	4992 5 1u	—	—	—	5)
	—	80 585 1	81 3 1	—	—	—	5)
		73 425 5	74 0 1u	—	4974 0 1u	—	5)
	4959 74 2r	60 427 2u	59 7 2	4959 7 6	59 7 6	—	6)
	4916 41 6r	16 051 5	16 4 5	16 4 4	16 4 4	4916 38 0	3) 4)
	—	02 853 1	—	—	02 1 1	—	5)
	—	4898 789 1	—	—	4896 7 1	—	5)
	—	—	4890 0 1u	—	—	—	
	—	—	82 0 1u	—	–	—	
	—	69 854 1	—	—	66 9 1u	—	5)
	—	41 165 1	—	—	41 3 1u	—	5)
	—	25 624 3	26 0 1u	4826 0 1u	26 0 4	—	5)
	—	12 778 1	—	—	13,0 2	—	5)
	—	4797 008 3	4797 4 1u	—	4797 4 2	—	5)
	—	—	68 1 1u	—	—	—	
	—	—	—	—	53 4 1u	—	
	—	—	44 7 1u	—	44 7 1u	—	

3) Von Lecoq [19] im Funken nach Chlorur gesehen 4) Auf Zeeman-Effect untersucht von Runge u Paschen [74] 5) Diese Linien führt Stiles [140] im linienreichen Spectrum 6) Nach Steinhausen (88 b) enhanced line

	Kayser u Runge (35) Bogen in Luft	Exner u Haschek (90) Bogen in Luft	Stiles (140) Bogen in Luft	Stark (94) Bogen in Vacuum	Eder u Valenta (40) Funke	Exner u Haschek (79) Funke	Eder u Valenta (40) Geissler-rohr	Watson (139) Geissler-rohr	
	—		—	4729 9 1 u	—		—	—	
	—		4660 277 2	—	—		4661 0 1 u	—	5)
	—		—	—	—		35 9 1 u	—	
	—		4597 715 1	—	—		4598 2 1 u	—	5)
	—		—	—	—		56 7 2 u	—	
	—		22 734 3	—	—		22 9 1 u	—	5)
	—		—	—	—		4486 8 3	—	
	—		4470 598 2	—	—		70 5 1	—	5)
	—		51 637 1	—	—		50 7 1 u	—	
	—		—	—	—		01 5 2	—	
	—		—	—	—		4391 9 1	—	
	—		4378 629 3	—	—		78 7 1 u	—	5)
	—		76 194 6	—	—		76 1 1 u	—	5)
	—		—	—	—		72 6 1 u	—	
II N II 3	4358 56 10R	4358 60 300	4358 343 10	4358 6 10	4358 6 10 u	4358 78 200	58 6 10 u	4358 49 9	2) 3) 4)
	47 65 6i	47 8 2 u	47 504 6	47 7 4	47 7 5	—	47 7 5	—	2) 4)
	—	—	43 638 2	44 2 1	—	41 5 1 u	—	—	
	39 47 4r	39 5 1 u	39 245 4	39 5 6	39 5 3	39 6 1 u	39 5 4	39 37 1	2) 4)
	—	—	—	—	—	—	13 5 1 v	—	
	—	—	4292 210 2	—	—	—	4295 3 2 u	—	5)
	—	—	82 781 3	—	—	—	82 7 2 u	—	5)
	—	—	4273 27 1 u	—	—	—	—	—	
	—	—	64 657 3	—	—	—	64 2 2 u	—	5)
	—	—	61 875 3	—	—	—	61 6 2 u	—	5)
	—	—	33 985 4	—	—	—	34 5 1 u	—	5)
	—	—	30 126 4	—	—	—	30 1 1 u	—	5)
	—	—	27 290 3	—	—	—	27 4 1 u	—	5)
	—	—	21 414 2	—	—	—	21 6 1	—	5)
	—	—	16 725 6 u	—	4216 8 1 u	4216 91 1	16 8 8	—	5) 6)
	—	—	12 220 3	—	—	—	11 8 1	—	5)
	—	—	4191 982 1	—	—	—	4192 4 1 u	—	5)

	—		—		4178 025	6 u	—		—		—		4178 5	1 u	—		5)
	—		—		61 650	2	—		—		—		62 0	1 u	—		5)
	—		—		61 274	1	—		—		—		—		—		5)
	—		—		—		—		—		—		55 1	1 u	—		
	—		—		—		4145 0	1	—		—		—		—		
	—		—		40 384	2	—		—		—		40 5	1 u	—		5)
	—		—		34 750	1	—		—		—		34 9	1 u	—		5)
	—		—		20 540	1 u	—		4120 9	1 u	4122 37	1	20 9	4	—		5)
	—		—		15 381	4	—		15 3	1	—		15 3	3	—		5) 6)
	—		—		08 899	2	09 1	4	09 1	1	—		09 1	2	—		5)
	—		—		08 116	2	—		—		—		—		—		4)
	—		—		06 745	2	—		—		—		06 9	1 u	—		5)
	—		—		06 209	2	—		—		—		—		—		5)
	—		—		05 859	5 u	—		—		—		04 1	1 u	—		5)
	4078 05	8R	4078 02	10	4077 842	6	4078 1	7	4078 1	4	4078 10	10	4078 1	4	4077 99	6	2) 3) 4)
	—		—		—		—		—		—		57 9	2	—		
II N III 3	46 78	6R	46 89	100	46 557	10	46 8	10	46 8	10 u	46 95	100	46 8	10 u	46 72	8	2) 3) 4)
	—		—		40 491	1	—		40 7	1	—		40 7	2 u	—		5)
	—		—		—		—		30 9	1	—		30 9	2	—		
	—		—		25 954	4	—		24 4	1 u	—		24 4	3	—		5)
	—		—		06 270	3	—		—		—		06 0	1 u	—		5)
	3984 05	4	3984 12	5	3983 963	3	3984 1	10	3984 1	8	3984 11	100	3984 1	8 u	3984 16	1	2) 4) 6)
	—		—		68 034	5	—		—		—		67 9	1 u	—		5)
	—		—		64 834	3	—		—		—		64 9	1	—		5)
	—		—		60 243	4	—		—		—		61 4	2	—		5)
	—		—		45 087	4	—		—		—		45 2	1 u	—		5)
	—		—		42 594	3	—		—		—		42 3	1 u	—		5)
	—		—		42 240	2	—		—		—		—		—		5)
	—		—		14 288	3	—		14 5	1	—		14 5	2 u	—		5)
	08 4	1U	—		06 478	4	06 6	7	06 6	1	—		06 6	2	—		4)
	—		—		01 965	2	00 1	5	—		—		02 1	1 u	—		4) 7)
	—		—		—		3881 1	1	—		—		—		—		
	—		—		3874 977	5 u	—		—		—		3875 1	1 u	—		5)

2) Diese Linien sind auch von Hartley und Adeney [29] im Funken gemessen
3) Von Lecoq [19] im Funken nach Chlorur gesehen 4) Auf Zeeman Effect untersucht von Runge und Paschen [74]
5) Diese Linien fuhrt Stiles [140] im linienreichen Spectrum 6) Nach Steinhausen [88b] enhanced line Er giebt noch 3988, 3979
7) Paschen [142] findet noch 3903 88

	Kayser u Runge (35) Bogen i Luft	Exner u Haschek (90) Bogen i Luft	Stiles (40) Bogen i Luft	Stark (94) Bogen i Vacuum	Eder u Valenta (40) Funke	Exner u Haschek (79) Funke	Eder u Valenta (40) Geisslerrohr	Watson (139) Geisslerrohr	
	—	—	3860 294 1	3860 4 5	3859 9 3 v	—	3859 9 3 u	—	2) 5)
	—	—	49 274 1		—	—	—	—	
	—	—	45 149 5	44 1 1 u	—	—	45 1 1 u	—	5)
	—	—	39 263 3	—	39 4 1 u	—	39 4 2	—	5)
	—	—	—	29 6 1 u	—	—	29 5 1 u	—	
	3820 6 1 U	—	—	20 6 5 u	20 6 3	3820 6 1 u	20 6 4 u	—	2) 6)
	—	—	—	17 7 1	—	—	—	—	
	—	—	—	09 0 1 u	07 6 1	—	07 6 3 u	—	2) 6)
	—	—	01 665 2	01 5 3	01 5 1	01 46 1	01 5 2	—	2)
	—	—	3797 430 1	—	—	—	3797 6 1	—	5)
	3790 36 2 U	—	89 818 1 u	3790 4 6 u	3790 4 8	3790 6 2 u	90 4 8 u	—	2) 6)
	—	—	75 697 1	—	—	—	74 3 8 u	—	
	—	—	73 540 1	—	—	—	—	—	
	70 71 2 U	—	71 010 3	70 7 4 u	70 7 3	--	70 7 3 u	—	2) 5) 6)
	—	—	—	55 0 2	55 0 1	55 6 1	55 0 1 u	—	2) 6)
	51 83 4 u	3751 9 1 u	51 737 2	51 8 4	51 8 4	51 7 4	51 8 4 u	—	2) 6)
	—	—	—	35 0 1	—	—	—	—	
	—	—	28 213 1	—	—	—	—	—	
	—	—	04 28 3	03 4 4	—	—	—	—	
	—	—	01 44 1	02 4 2	—	—	—	—	
	—	—	—	3698 6 1	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	3685 3 1	—	—	
	3680 74 4 1	3680 7 1 u	3680 008 5	80 7 2	3680 7 4	81 5 1 u	3680 7 4 1	—	2) 5)
I N I 4	63 46 6 R	63 22 50 R	63 274 3	63 3 10 R	63 3 9	63 23 20R	63 3 9	3663 40 5	1) 2) 4)
	63 05	—	62 881 2	—	—	—	—	—	1) 4)
	55 00 6 R	54 96 30	54 832 6	54 9 10 R	54 9 5	55 02 15	54 9 8	54 96 6	1) 2)
	50 31 10 R	50 32 100 R	50 144 8	50 3 10 R	50 3 10	50 37 100R	50 3 8	50 28 9	
	—	—	—	45 4 1	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	38 5 1 u	—	—	
	—	—	33 435 3	—	-	—	33 5 1	—	2) 5)
	—	—	3633.139 1	—	—	—	—	—	5)

—		—		—		—		—		3630 8	1 u	—		—	
—		—		—		3616 0	2	3618 6	1	—		—		—	5)
—		—		13 607	5	—		13 7	4	—		—		—	5)
—		—		07 601	5	—		07 6	1	—		—		—	5)
—		—		04 087	2	—		04 2	1	04 6	1 u	—		—	
—		—		—		3596 8	1	—		—		—		—	
—		—		3594 939	4	—		3594 7	1	—		—		—	5)
—		—		92 97	1 u	93 1	4 Bd	93 2	1	—		—		—	
—		—		—		91 4	1	—		—		—		—	
—		—		—		89 5	1	90 9	1	—		—		—	
—		—		—		79 9	2	—		—		—		—	
—		—		—		—		77 7	1	—		—		—	
—		—		62 882	1	—		—		—		—		—	
3561 53	4 u	3561 35	3 u	61 737	1	61 5	5	61 5	6	3561 3	2 u	3661 5	8 u	—	2) 6)
—		—		61 203	1	—		—		—		—		—	
—		—		—		59 4	2	—		—		—		—	
—		—		—		—		—		49 9	1	—		—	
—		—		45 06	1	—		—		—		—		—	
43 65	4 u	43 6	3 u	43 70	1 U	—		43 7	6	43 55	3 u	43 7	6	—	3) 6)
—		—		—		43 7	6	—		—		—		—	
—		—		—		—		18 0	1	—		—		—	
—		—		—		02 6	2	—		—		—		—	
—		—		3494 810	2	—		3494 5	1 u	3492 9	1 u	—		—	2) 5) 6)
—		—		88 35	1 U	—		—		—		—		—	
—		—		73 008	4	—		73 6	1	—		—		—	2) 5)
—		—		65 75	1	64 3	2	—		—		—		—	
—		—		51 04	1	—		51 8	2	52 25	1	—		—	2)
—		—		45 43	1	—		—		—		—		—	
—		—		—		37 1	1 u	—		—		—		—	
—		—		34 16	1	34 7	1 u	—		—		—		—	
—		—		—		31 7	2 u	—		—		—		—	
—		—		—		15 5	1 u	—		—		—		—	
—		—		—		3396 1	1 u	—		—		—		—	
3390 50	6 u	3390 8	5 u	3391 04	1 U	90 5	3 u	3390 5	8	3390 4	2 u	3390 5	6	—	2) 6) 7)

1) Diese Messung in der Colonne Kayser u Runge ist v Runge u Paschen [70] gemacht 2) Diese Linien sind auch v Hartley u Adeney [29] im Funken gemessen 4) Auf Zeeman-Effect untersucht v Runge u Paschen [74] 5) Diese Linien führt Stiles [140] im linienreichen Spectrum 6) Nach Steinhausen [88 b] enhanced line 7) Von hier an sind in der Spalte „Eder u Valenta, Geisslerrohr" Messungen im kalten Rohr genommen

	Kayser u Runge (35) Bogen i Luft	Exner u Haschek (90) Bogen i Luft	Stiles (140) Bogen i Luft	Stark (94) Bogen i Vacuum	Eder u Valenta (40) Funke	Exner u Haschek (79) Funke	Eder u Valenta (40) Geisslerrohr	Watson (139) Geisslerrohr	
	—	—	—	—	—	3385 55 1	—	—	
	—	—	—	3377 5 1	—	—	—	—	
	—	—	—	—	3371 3 1	—	—	—	
	3367 03 1 u	—	3366 355 3	67 0 1 u	66 7 1 u	—	3366 7 1	—	[2] [5]
	—	—	—	—	—	63 05 1	—	—	[6]
	51 52 4 v	3351 7 2	51 61 1	51 5 2	51 5 4	51 4 1 u	51 5 1	—	[2]
II N I 4	41 70 6 r	41 80 50	41 479 6	41 7 8	41 7 8	41 8 6 r	41 7 8	3341 66 4	[2] [4]
	—	—	30 685 1		30 9 1 u	—	—	—	[2]
	05 23 1 r	05 3 1	—		05 2 2	—	—	—	
	—	—	3278 538 1		3278 5 2	3278 3 1	3278 5 2	—	[5]
	64 33 1	—	64 059 3		64 3 5	64 4 1	64 3 1	—	[5] [6]
	—	—	27 840 1		27 5 3	28 2 1	—	—	[2] [5] [6]
	—	—	08 203 3		08 4 4	08 58 2	08 4 4	—	[2] [5] [6]
	—	—	—		3158 5 1	—	—	—	
	3144 61 2 r	3144 6 2 r	3144 550 2		44 6 2	—	—	—	[5]
	35 89 2 u	36 4 2 u	—		—	—	—	—	
	31 95 8R	32 02 100	31 845 4		—	—	—	3131 94 9	[1] [4]
I N II 4	31 66 8R	31 66 100	31 562 4		31 8 10	3131 8 10 d ?	31 8 10	31 65 2	[1] [2] [4]
	25 78 10R	25 76 200R	25 617 5		25 8 10	25 7 10	25 8 10	25 77 7	[2] [4]
	3095 35 1 u	3095 5 1	—		3095 4 1 u	—	—	—	[2]
	85 41 1U	—	—		85 4 1 u	—	—	—	
	50 58 1U	51 1 u	—		51 0 1	—	—	—	
	38 69 4 r	36 68 2	—		—	3039 0 1 u	—	—	
	27 66 2 r	27 7 3	3027 494 3		—	—	3027 6 4	3027 64 2	[1]
	25 79 —	—	25 617 2		—	—	25 9 1	—	[1]
I N I 5	23 64 2 r	24 1 30	23 455 4		—	—	23 7 6	23 61 4	[1] [4]
	21 68 4R	21 7 200 u	21 502 5		21 6 8 u	21 65 2 Bd	21 6 8	21 62 6	[1] [2] [4]
	11 17 1U	11 3 1 u	—		—	—	—	—	
	07 02 2 v	07 2 v	07.161 1		07 0 1 u	—	—	—	[5]
I N III 4	2967 64	2967 48 200R	2967 276 5		2967 4 10 u	2967 38 50 R	2967 4 10	2967 42 7	[1] [2] [4]
	67 37	—	—		—	—	—	—	[1]

I N III 4	—		—		2947 080	4	2947 5	6	2947 42	3	2947 5	2	—		2) 5) 6)
	—		—		—		40 8	1 u	—		—		—		
	—		—		35 917	2	35 8	1	36 3	1 u	—		—		2) 5) 6)
II N I 5	2925 51	8 r	2925 50	20 r	25 386	4	25 5	3 r	26 0	1 u	25 5	5	2925.52	2	2) 4)
	—		—		16.267	4	16 4	2	16 35	3	16 4	1	—		2) 5) 6)
II N II 4	2893 67	6 r	2893 88	50	2893 606	5	2893 7	10 u	2893 9	5 r	2893 7	6	2893 74	3	2) 4)
	—		—		86 900	1	86 8	1	—		—		—		5)
	—		—		—		—		—		82 2	1	—		5)
	—		—		73 243	1	73 3	2	73 6	1 u	—		—		5)
	65 14	1U	—		64 998	1	65 1	1 u	—		—		—		
	57 07	4 r	57 20	2	56 973	3	57 1	2	—		57 1	3	—		
	47 85	4 u	47 86	2	47 668	10 u	47 9	10 u	47 97	30 r	47 9	6	47 88	0	2) 4) 5) 6)
	35 26	1U	—		32 801	1	33 5	1 u	—		—		—		2) 5)
	19 97	4U	20 2	3	20 015	1	20 0	10 u	20 0	2 u	20 0	5	—		2) 5) 6)
I N I 6	—		—		06 844	1	06 5	2U	06 47	2	06 5	2	—		6)
	—		05	2 u	05 422	1	—		—		—		—		
	—		04	2 u	04 521	2	04 4	2U	—		04 4	3	—		2)
	03 69	4 r	—		03 530	4	03 7	3 U	—		03 7	5	03 62	3	4)
	2799 76	1U	2799 8	2 u	2799 826	2	2799 8	4	2799 8	1 u	—		—		2)
	—		91 15	1	—		91 2	3	91 1	1 u	—		—		2)
	74 68	4U	74 7	1 u	—		74 7	4	74 7	1	—		—		2)
	—		—		61 971	3	62 2	3	62 25	1	—		—		2) 5) 6)
II N I 6	59 83	6 r	60 0	1 u	59 780	3	59 8	2	—		59 8	4	—		
II N III 4	52 91	8 r	53 03	20	52 802	4	52 9	8	53 1	3 r	52 9	8	2752 97	1	2) 4)
	—		—		—		26 5	1	—		—		—		
	—		—		24 417	4	24 2	1	24 4	1	—		—		5)
	—		—		10 454	1	10 4	1	—		—		—		5)
	—		—		05 358	2	05 5	1	—		—		—		5)
	—		—		02 470	4	02 7	4	02 75	2	—		—		2) 5) 6)
	—		—		00 92	1	—		—		—		—		
I N I 7	2699 74	2U	2700	1 u	2699 503	1 u	—		—		2699 5	4	—		
	—		—		98 885	4 u	—		—		—		—		
	—		—		97 291	1	—		—		—		—		

1) Diese Messungen in der Colonne Kayser und Runge sind von Runge und Paschen [70] gemacht 2) Diese Linien sind auch von Hartley u Adeney [29] in Funken gemessen, ausserdem finden sie noch 2810 0 4) Auf Zeeman-Effect untersucht von Runge und Paschen [74] 5) Diese Linien führt Stiles [140] im linienreichen Spectrum 6) Nach Steinhausen [88b] enhanced line

	Kayser u Runge (35) Bogen i Luft		Exner u Haschek (96) Bogen i Luft		Stiles (140) Bogen i Luft		Eder u Valenta (40) Funke		Exner u Haschek (79) Funke		Eder u Valenta (40) Geisslerrohr		Watson (139) Geisslerrohr		Huff (63) Geisslerrohr		
	2686 61	2 u	2686 7	1 u	2687 200	3	2686 7	4	2686 7	1 u	—		—				[5]
II N I 7	75 20	1U	—		74 987	2	—		—		—		—				
	72 77	1U	—		73.192	2	72 8	1 u	—		—		—				[5]
	—		—		—		—		70 9	1	—		—				
	—		—		—		—		64 1	1	—		—				
	60 26	1U	60 3	1 u	—		60 6	1 u	—		—		—				
	58 59	1U	58 3	1 u	—		58 6	1 u	58 3	2 u	—		—				[2]
	55 29	6R	55 30	4	55 142	4	55 3	1 u	—		2655 3	7	2655 26	1			[1] [4]
I N II 5	53 86	6R	53 90	8 u	53 703	4	53 9	1 u	53 7	2 u	53 9	7	53 83	2			[1] [2] [4]
	52 22	8R	52 28	20	52 069	5	52 2	4 u	52 3	2 u	52 2	8	52 16	3			[1] [4]
	48 12	1U	48 2	1 u	—		48 3	1	47 8	1 u	—		—				
	42 70	6 v	42 5	2 u	41 975	1	42 7	1 u	—		—		—				[5]
	—		—		39 929	4 u	—		41 5	1 u	40 5	3	—		2640 0	3 u d	[2]
	—		—		25 238	2	—		—		—		—		—		
	09 73	1 u	—		08 618	2	09 7	1	—		—		—		—		[5]
	05 29	2 u	—		—		05 3	2	—		—		—		—		
	—		—		03 15	3	03 1	2	03 42	2	03 1	2	—		—		[2]
	—		—		2593 41	1	—		—		—		—		—		
	—		—		84 741	3	2584 7	2	2584 8	1 u	—		—		—		[2] [5]
II N II 5	2576 31	8 r	2576 6	3 r	76 325	4	76 3	6 r	76 7	1 u	2576 3	5	2576 39	0	—		[2] [4]
	—		—		—		75 2	2	75 2	1 u	—		—		—		
	64 14	1	—		63 90	1	64 1	1	—		64 1	1	—		—		
	—		—		—		58 0	1 u	—		—		—		—		
	40 39	2R	40 35	3R	—		40 4	1 u	—		—		—		—		
	36 72	10R	36 72	30R	36 520	6	36 7	10 R	36 66	20R	36 7	6	36 62	1	—		[2] [4]
I N III 5	34 89	8R	34 90	10	34 800	3	34 9	7	—		34 9	5	34 89	3	—		[2]
	24 80	2 r	24	1 u	—		24 8	1 u	—		—		—		—		[2]
	—		—		14 792	1	15 2	2	14 95	1	—		—		—		[2] [5]
	05 00	1U	—		—		05 0	1	—		—		—		—		
	—		—		2492 088	3	2492 2	5	2492 40	3	2492 2	1	—		—		[2] [5]
	—		—		—		90 2	3	90 17	1	—		—		—		

I N II 6	—		—		2483 871	3	2483 9	1 u	—		2483 9	4	—		—		2)
	—		—		82 763	3	—		—		82 9	4	—		—		
	2482 14	4 u	2483	2 u	82 072	4	82 1	1 u	—		82 1	6	2482 13	2	—		
	78 09	2U	78 6	2 u	78 657	1	78 5	1ud?	—		78 8	1	—		—		2)
	—		—		—		—		—		78 2	1	—		—		
	—		—		68 729	3 u	69 5	2	2469 0	1	—		—		—		2) 5)
	—		—		—		68 1	2	67 85	1	—		—		—		2)
II N III 5	64 15	6 r	64 4	2 u	64 086	3	64 2	4	64 6	1 u	64 2	4	—		—		2)
	—		—		—		59 6	1	—		—		—		—		2)
II N II 6	46 96	6 r	47 2	1 u	46 917	3	47 0	1	—		47 0	1	—		—		
	—		—		14 126	3	14 3	5	14 45	3	14 3	2	—		—		2) 5)
	12 31	4 r	—		—		12 3	1 u	12 04	1	12 3	1	—		—		
	—		—		07 349	3	07 6	5	07 69	3	08 6	2	—		—		2) 5)
	—		—		00 570	1	—		—		—		-		—		
I N II 7	2399 64	4 u	—		2399 812	2	—		—		—		2399 54	0	—		
	—		—		99 435	3	—		—		—				—		
	—		—		90 164	2	2390 3	1	—		—				—		2) 5)
	—		—		80 061	2	—		—		—				—		
I N III 6	78 40	6 r	2378	2 u	78 392	4	78 4	2	—		2378 4	5			—		
	74 10	2U	74 8	1 u	—		—		—		—				—		
	—				—		69 3	3 u	2369 42	1	-				—		
	—				54 216	4	54 3	3 u	54 33	2	—				—		2) 5)
	—				—		—		53 9	1	53 6	1 u			—		
	-				52 647	3 u	—		—		52 6	1			2352 5	2	
II N III 6	45 41	4 r			45 490	2	45 4	2	45 8	1	45 4	1			—		
	—				—		41 9	1	—		—				—		2)
	—				40 601	1	40 5	1	—		—				41 0	1	2)
	—				39 374	2	39 7	2 u	39 6	1	—				—		5)
	—				—		35 1	1	—		—				—		
	—				23 302	2U	21 0	1	—		—				23 0	1 u	
	—				—		15 0	3	14 7	1 u	—				—		2)
I N III 7	01 57	1 r			02 165	3	—		—		01 6	1			—		
	—				—		2296 4	2	2296 25	1	—				—		2)

1) Diese Messungen in der Colonne Kayser und Runge sind von Runge und Paschen [70] gemacht 2) Diese Linien sind auch von Hartley u Adeney [29] in Funken gemessen, ausserdem finden sie noch 2644 6 4) Auf Zeeman-Effect untersucht von Runge und Paschen [74] 5) Diese Linien führt Stiles [140] im linienreichen Spectrum 6) Nach Steinhausen [88b] enhanced line

Kayser u Runge (35) Bogen i Luft		Stiles (140) Bogen i Luft		Lehmann u Straubel (75) Geissler-rohr		Eder u Valenta (40) Funke		Exner u Haschek (79) Funke		Eder u Valenta (40) Geissler-rohr		Huff (63) Geissler-rohr		Stark (110)	In Bogen	In Funke	
—		—				2292 0	1	2292 1	1 u	—		—					2)
—		—				—		—		—		2284 2	2				
—						—		—		—		75 5	1				
—		—				64 0	4	63 93	2	2264 0	2	—					2)6)
2262 23	4	—				62 2	4	62 30	3	62 2	3	—					2)6)
60 36	4	—				60 4	4	60 52	4	60 4	3	-					2)6)
—		2258 871	1			—		—		—		59 2	1 u				
52 87	2					52 9	4	53 00	3	52 9	2	—					2)6)
—						44 1	1	44 40	1	—		—					
—						30 0	1	30 1	1	—		30 1	1				2)
—						—		—		—		27 9	1				
24 73	4					24 7	6	24 87	3	24 7	3	—					2)6)
				2213 1	4	—		—		—		—					
				—		—		—				2197 7	1				
				—		—		—				94 2	1				
				2191 3	1	2191 3	1	2190 84	1			—					2)
				—		—		—				89 2	2				
				—		—		—				86 6	1				
				74 9	3	—		—				—					
				73 1	6	—		—				72 1	1				
				—		—		—				69 2	1				
				66 7	4	—		—				—					
				64 4	5	—		—				—					
				63 1	6	—		—				—					
				52 8	3	—		—				—					
				50 6	1	50 6	1	48 09	1			—					2)
				40 4	2							—					
				36 6	6							—					
				31 3	3							—					
				26 7	5							—					
				15 0	3							—					
				10 0	5							—					
				2097 8	5							—					
				92 5	3							—					
				69 8	4							—					
				54 5	1							—		2053 77	1	5	
				48 0	5							—		—			
				27 7	3							—		27 36	0	2	
				—								2001 6	1	02 24	3	1	
				1990 5	5							—		—			
				87 3	4							—		—			
				73 1	4							—		1972 36	2	1	
				70 1	5							—		—			
				41 6	3							—		41 77	2	1	
				30 4	4							—					
												1919 5	1				
												1876 0	2				
												72 2	2				

2) Diese Linien sind auch von Hartley u Adeney [29] in Funken gemessen 4) Auf Zeeman-Effect untersucht von Runge u Paschen [74] 6) Nach Steinhausen [88b] enhanced line

Vier Linien des Quecksilberspectrums sind von Fabry und Perot [62] absolut, d h im Vergleich zur grunen Cd-Linie von Michelson, bestimmt worden, sie sind 5790 6593, 5769 5984, 5460 724, 4358 343 Die Messungen beziehen sich auf die Hauptcomponente dieser Linien, die alle viele Trabanten besitzen — Eversheim findet für die beiden ersten Linien nach gleicher Methode 5790.664 und 5769 603 (Noch nicht veroffentlicht)

Fur die feinere Auflosung der Spectrallinien, die Auffindung der meist schwachen sehr nahe liegenden Begleiter, der sogen Trabanten, sind, nachdem zuerst Michelson die Sichtbarkeitskurven seines Interferometers dazu verwandt hatte [1]), drei verschiedene Apparate benutzt worden das Stufengitter von Michelson, das Interferometer von Fabry und Perot, und die planparallele Platte von Lummer und Gehrcke Die Resultate der letzteren erwiesen sich als unrichtig, die kleinsten Fehler in der Ebenheit der Platten bedingen bei der benutzten streifenden Incidenz des Lichtes Fehler, welche falsche Linien erscheinen lassen So sahen Lummer und Gehrcke [77] schliesslich z B 5790 in 12 Linien aufgelost, 5770 in 11, 5461 gar in 21 Dann zeigte Gehrcke, dass man durch Kreuzung zweier solcher Platten und Erzeugung der sogen Interferenzpunkte die falschen von den richtigen Linien unterscheiden könne Die Messungen, welche nach dieser Art von Gehrcke und v Baeyer [98, 103, 104, 125] ausgefuhrt worden sind, gehoren jedenfalls zu den zuverlässigsten, die wir besitzen, namentlich nachdem v Baeyer [130] noch einen kleinen Fehler beseitigt hat, welcher durch die Dispersion des Glases entsteht

Am meisten ist das Stufengitter benutzt worden, und hat in der Hand von Janicki [96] die besten Resultate geliefert, die mit denen von Gehrcke und v Baeyer sehr gut ubereinstimmen In andern Handen dagegen hat es zum Theil sehr abweichende Resultate gegeben, namentlich bei Houstoun und Nutting Es ist oft sehr schwer zu entscheiden, zu welcher Ordnung des Spectrums eine Linie gehort, ob man eine umgekehrte oder zwei Linien vor sich hat, u s w Es scheint auch nach den neueren Angaben von Stansfield [128] und Nagaoka [135], als ob auch beim Stufengitter falsche Linien auftreten könnten, wohl durch innere Reflexionen Wenn ersterer die Linie 5461 wieder in 18, letzterer gar in 20 Componenten zerlegt erhalt, die zum Theil recht stark sind, von andern aber nie beobachtet wurden, so wird man Janicki [138] nur zustimmen konnen, wenn er sagt, das liesse sich nur durch Fehler des Apparates erklaren

Freilich hangt die Structur der Linie auch von der Lichtquelle ab, und namentlich Janicki [96] giebt eine Reihe von Beispielen dafur, dass sogar Vacuumlampen verschiedener Construction verschieden gebaute Linien zeigen können

Die auflosende Kraft der grossen Rowlandgitter in hoherer Ordnung kommt nahe an die der andern genannten Instrumente heran So haben

1) Vergl Bd I p 588ff

Hagenbach und Konen [83] mehrere Linien aufgelöst photographiren konnten. Merkwürdig ist nur, dass hier einzelne Linien aufgelöst erschienen sind, die sonst als einfach angegeben werden, ich wusste aber keinen Fehler des Gitters zu nennen, der zu falschen Resultaten führen konnte, wohl können zu schwache Trabanten fehlen oder zusammenfliessen, so dass die Auflösung im Gitter zu gering wird, für das Umgekehrte aber giebt es keine Erklärung, und ich meine, man muss die Resultate des Gitters unbedingt gelten lassen. Der Schluss auf richtige Zerlegung wird dadurch bestärkt, dass andere Linien derselben Platte absolut scharf sind.

Wenn ich im Folgenden die Ergebnisse für die untersuchten Linien zusammenstelle, so lasse ich dabei alle älteren fehlerhaften Messungen fort. Die Literaturnachweise werden jeden leicht in den Stand setzen, sich auch darüber zu informiren.

Linie 5790. Literatur: 38, 49, 55, 77, 88, 96, 98, 101, 102, 103, 105, 121, 122, 125, 128, 130, 135.

Janicki (96)	v. Baeyer (130)	Galitzin u. Wilip (122)	Nagaoka (135)
—	—	—	+256
+230	+228	+228	+226
+168	—	+169	+182
+132	+133	+132	+136
+ 86	—	+ 86	+ 81
—	—	—	+ 27
—	—	—	— 35
—	—	—	— 80
—119	—122	—121	—116
—187	—190	—190	—183
—	—	—	—194
—251	—	—	—272

Die Zahlen geben hier, wie in den folgenden Tabellen, die Abstände der Trabanten von der Hauptlinie nach Roth (+) und nach Violett (—) in Tausendstel A. an.

Linie 5769. Literatur: 38, 49, 55, 77, 89, 96, 98, 101, 102, 103, 121, 122, 125, 130, 135, 138.

Janicki (96)	v. Baeyer (130)	Galitzin u. Wilip (122)	Nagaoka (135)
+120	—	—	—
+ 87	—	—	+ 79
+ 46	+44	+42	+ 40
— 50	—48	—49	— 46
—	—	—	— 79
—113	—	—	—109

Linie 5461 Literatur 38, 53, 58, 72, 73, 77, 88, 89, 92, 96, 98, 101, 102, 103, 112, 121, 122, 125, 128, 130, 135, 138

Janicki (96)	v Baeyer (130)	Galitzin u Wilip (122)	Fabry u Perot (58)	Stansfield (128)	Nagaoka (135)
—	—	—	—	+241	+244
—	—	—	—	+216	+223
—	+211	—	—	+177	+200
—	—	—	—	+154	—
+133	+125	+129	+136	+131	+136
—	—	—	—	+113	+114
+ 88	+ 82	+ 85	+ 82	+ 87	+ 92
—	—	—	—	—	+ 68
—	—	—	+ 8	+ 45	+ 35
—	− 24	—	—	—	− 27
—	− 49	− 47	− 52	− 44	− 59
− 66	− 68	− 68	− 76	− 67	− 83
—	—	—	—	—	−101
− 99	−101	− 99	—	−107	−115
—	—	—	—	−139	−126
—	—	—	—	−157	−145
—	—	—	—	−173	−174
—	—	—	—	−191	—
—	—	—	—	−209	−213
—	—	—	—	—	−226
−232	−237	−236	−224	—	−247

Linie 4916 Literatur: 77, 96, 98, 103, 125

Die Linie ist einfach nach Janicki und von Baeyer (nach Lummer und Gehrcke hatte sie 4 Trabanten)

Linie 4358. Literatur 38, 77, 89, 92, 96, 98, 101, 103, 121, 122, 125, 130

Janicki (96)	v Baeyer (130)	Galitzin u Wilip (122)
—	+185	+131
(+121)	—	+126
+105	+114	+118
+ 43	+ 44	+ 53
+ 20	+ 28	+ 27
—	+ 19	—
− 23	− 17	—
− 52	− 45	—
− 97	− 93	− 92
−112	−107	—
(−161)	−159	—

Janicki giebt +121, nach v Baeyer ist aber die Linie falsch zugeordnet und sollte −161 sein

Linie 4348 Literatur 83, 96, 98, 103, 125, 130

Janicki (96)	v Baeyer (130)
+ 83	+ 80
+ 53	+ 50
— 46	— 49

Hagenbach und Konen [83] aber erhalten mit dem Gitter noch einen Trabanten mehr

Linie 4344 ist nach v Baeyer [125] einfach

Linie 4339 Literatur 83, 96, 98, 103, 125 Die Linie zeigt nach Janicki [96] zwei Trabanten, bei + 60 und — 120 Nach v Baeyer ist sie einfach, Hagenbach und Konen erhalten sie mit dem Gitter in 5 Componenten zerlegt

Linie 4078 Literatur. 77, 83, 96, 98, 103, 125, 130

Janicki (96)	v Baeyer (130)
+ 74	+ 73
+ 49	+ 48
— 32	+ 33
— 46	— 47
— 76	— 76

Hagenbach und Konen dagegen finden mit dem Gitter 7 Componenten

Linie 4047. Literatur 83, 96, 98, 103, 125, 130

Janicki (96)	v Baeyer (130)
—	+ 126
+ 67	+ 66
— 51	— 55
— 111	— 111

Hagenbach und Konen aber finden mit Gitter 7 Componenten

Janicki [138] allein hat noch untersucht

Linie 3663 Das Resultat war unsicher, es ist ein Trabant vorhanden der + 95 oder — 63 sein kann

Linie 3654 zeigt drei Trabanten + 67, — 65, — 92

Linie 3650 zeigt zwei Trabanten + 97, — 40

Linienreiches Spectrum.

Dieses Spectrum entsteht, indem unter bestimmten Entladungsbedingungen zu den Linien des vorigen Spectrums noch eine grosse Anzahl neuer Linien hinzukommen Ich gebe in der folgenden Liste nur die neuen Linien, man hat also diese Liste mit der vorigen vereint zu denken, um das ganze Spectrum zu erhalten Die Zahlen von Stark sind im Wesentlichen eine Abschrift derer von Eder und Valenta

Eder u Valenta (40)		Stiles (140)		Stark (94)	
—		—		5898 0	1
5880 5	2	—		—	
64 4	2	—		64 4	2
54 5	1 u	—		—	
40 6	1	—		—	
34 0	3	—		—	
5781 9	1	—		—	
46 6	3	—		—	
27 7	5	5728 115	2	5727 7	1
17 0	1	—		—	
13 4	2	—		—	
5699 0	3	—		5699 0	1
95 7	1	—		95 7	1
—		5677 145	8 u	—	
65 8	3	66 372	1	—	
62 5	3	62 013	1	—	
—		—		31 0	1
5587 9	2	—		—	
76 2	3	—		5576 2	2
71 2	8	5570 965	1	71 2	1
13 4	3U	—		13 4	1
01 4	2	—		—	
5490 0	3	—		—	
84 6	4 d	—		—	
76 3	4	—		—	
55 0	3	—		—	
49 9	3	5450 148	4	—	
43 2	3	—		—	
—		—		5436 5	6
16 9	3	—		—	
5398 5	2	—		5398 5	1
93 4	2	—		93 4	1
84 9	1	—		84 9	1
73 2	3	—		—	
60 6	1 u	—		—	
55 5	1 u	—		—	
52 4	1 u	—		-	
46 3	3	—		—	
34 3	2 u	—		—	
11 7	4	—		11 7	1
08 0	1	—		—	
5294 7	2	—		5294 7	1
84 2	3	—		—	
81 5	5	—		—	
75 5	1	—		—	
73 7	4	—		—	
54 0	2	—		—	
—		—		5237 5	1
—		—		24 2	2
—		5216 384	1	—	
11 2	4	10 794	1	—	

Eder u Valenta (40)		Stiles (140)		Stark (94)	
—		5204 783	3	—	
5196 6	4	—		—	
90 7	1	—		—	
87 5	2	—		—	
72 4	2 u	—		—	
—		—		5158 3	1
41 5	1	—		—	
35 6	5	—		—	
—		5128 415	4	—	
13 7	1	—		—	
07 3	3	—		—	
00 5	1 u	—		—	
5098 4	2	—		5098 4	1
86 3	1	—		—	
83 0	2	—		83 0	1
—		5073 6	2	—	
—		66 495	1	—	
62 6	4	—		—	
58 4	1	—		—	
51 8	1	—		—	
48 4	2	-		—	
45 7	4	—		—	
42 4	2	43 258	1	—	
38 3	2	—		—	
27 1	4	—		—	
20 9	2	—		—	
18 4	2	—		—	
08 6	2 u	—		—	
4992 5	5	4992 132	1	4992 5	1
—		91 155	1	—	
—		88 036	1	—	
86 7	3	—		—	
81 3	3	80 585	1	81 3	2
70 0	1	—		—	
65 4	1	—		—	
—		61 890	1	—	
49 4	3	49 530	1	—	
43 4	1 u	—		—	
33 0	2 u	—		—	
17 9	2	—		—	
13 0	2	—		—	
4895 8	2 u	—		—	
80 2	1	—		—	
67 3	4	4866 717	3	4867 3	1
64 8	3	64 761	1	—	
56 6	3 u	55 724	1	56 6	1
49 4	1 u	—		—	
44 6	2 u	44 560	1	—	
—		—		4781 0	1
4773 7	1	—		—	
68 1	6	—		68 1	1

Eder u Valenta (40)	Stiles (140)	Stark (94)
—	4766 390 3	—
—		4762 7 1
—	—	53 4 1
—	4751 173 1	—
—	42 415 1	—
4740 3 1	—	—
29 9 3	—	—
—	27 260 1	—
—	—	22 5 1
—	—	21 8 1
—	—	07 7 1
4697 9 1	—	—
89 1 1	—	—
87 0 1	—	—
81 6 2 u	—	—
67 5 2	—	—
64 2 1	—	—
—	4661 635 1	—
51 7 5	51 169 1	—
47 8 2	47 452 1	—
39 3 1	38 842 1	—
37 0 2 u	—	—
34 2 1 u	—	—
30 5 1	—	—
26 2 2 u	—	—
20 5 1 u	—	4620 5 1
16 5 1 u	—	—
04 8 2	04 108 1	—
02 9 2	02 373 1	—
00 7 2	—	—
4593 5 1	—	—
87 1 2	—	—
80 1 1 u	—	—
78 2 1 u	—	—
76 9 1	—	—
71 5 1	—	—
68 8 2 u	—	—
62 3 2	—	4562 3 1 u
—	—	56 7 1
53 8 6	4552 886 2	53 8 1
47 0 2	46 552 1	47 0 1
44 2 4	43 594 1	—
41 7 1	—	—
39 9 1 u	—	39 9 1 u
37 7 2 u	37 441 1	—
34 9 1	34 492 1	—
32 7 2	32 099 1	32 7 1
30 3 1	—	—
25 1 1	—	—
18 9 1	—	—
16 4 4	15 789 1	—

Eder u Valenta (40)	Stiles (140)	Stark (94)
4511 5 2	—	—
—	—	4510 5 1
—	2507 778 1	08 7 1
07 2 2	06 704 2	—
05 0 1 u	—	05 2 1
4499 8 1	—	—
98 0 1	—	—
95 0 1	4494 975 1	—
93 2 1	—	—
91 9 1	91 603 1	—
90 3 3	89 732 2	4490 3 1
—	87 482 6	—
83 7 3	83 685 1	—
80 7 1	80 496 1	—
66 7 2 u	—	—
64 2 3	—	—
61 5 1 u	—	—
59 3 3	59 185 1	—
54 1 2 u	-	—
46 4 3	—	—
35 8 3	35 236 1	—
34 2 2	33 675 1	—
31 6 2	30 902 1	—
25 9 8 u	—	—
22 2 2	—	—
20 6 2	—	—
16 0 1	16 970 1	—
15 4 3	14 896 1	—
14 0 3	13 828 1	—
12 1 3	11 776 1	—
08 4 1	08 194 1	—
—	02 058 6	03 7 1
—	4392 138 4	4398 2 3
4385 7 8	4385 575 3	85 7 1
—	83 189 1	—
82 9 8	82 580 2	—
72 6 2 u	72 930 2	—
69 6 1	68 950 1	—
36 9 8	36 898 4	—
33 4 3	33 222 2	—
29 1 1	28 842 1	—
27 2 5	27 025 1	27 2 1 u
24 7 5	24 617 1	24 7 1 u
—	20 534 1	—
20 4 8	20 215 1	—
—	19 644 1	—
18 3 1	17 144 1	—
15 8 1	15 713 1	15 8 1 u
14 2 4	13 997 1	—
10 3 2	—	—
08 6 1	—	08 6 1 u

Eder u Valenta (40)		Stiles (140)		Stark (94)	
4306 6	4	4306 540	2	—	
05 5	4	05 404	1	—	
04 0	1	—		—	
01 7	2 u	—		4301 7	1
00 0	1	—		—	
4297 6	5	4297 275	1	4297 6	1
90 1	3	89 726	1	90 1	1
88 2	2	—		88 2	1
—		85 942	1	—	
85 1	6 d?	84 711	3	—	
76 7	3 u	77 569	1	76 7	1
70 1	3	70 093	1	70 1	2
—		67 182	3 u	67 9	2
59 0	2	—		—	
57 6	3	57 493	1	—	
56 4	4	56 182	1	—	
55 2	2	55 077	1	—	
52 7	4	52 584	1	—	
49 2	2 u	—		—	
48 9	5	—		48 9	1
—		—		46 1	1
—		—		42 9	1
—		—		41 7	1
37 7	5	37 489	3	37 7	2
32 8	4	32 755	1	—	
—		27 871	2	—	
—		26 221	1	—	
25 4	2	—		25 4	1
19 4	1	—		—	
18 6	2	18 203	1	—	
06 6	5	06 100	3	06 6	1
—		05 546	1	—	
00 8	1 u	—		—	
4199 1	1	—		—	
96 8	6	4196 684	2	—	
—		—		4188 2	1
86 0	7	85 511	1	86 0	2
83 0	1	82 671	1	83 0	1
81 5	1	81 162	1	—	
75 9	6	75 628	3	—	
69 0	2	68 337	1	69 0	1
67 8	1	67 133	1	—	
65 7	1	65 264	1	—	
64 6	1	—		—	
57 1	4	56 681	2	—	
49 5	3	—		—	
48 6	1	—		—	
—		46 021	1	—	
45 0	2	—		2145 0	2
43 7	1			—	
32 7	1	32 812	1	—	

Eder u Valenta (40)		Stiles (140)		Stark (94)	
4124 3	2	4124 197	1	24 3	2
23 0	1	22 121	4	—	
17 5	3	17 319	1	17 5	1
4098 0	3	4098 467	1	—	
96 5	1	—		—	
93 1	2	—		—	
91 8	2	89 237	1	—	
88 4	2	—		—	
86 9	1	85 057	1	—	
84 6	1	83 495	1	—	
83 1	4	—		—	
80 7	1	—		—	
77 0	5	76 228	1	—	
—		75 864	1	—	
73 6	4	73 777	1	—	
69 8	3	69 896	1	—	
66 7	2	66 703	1	—	
62 5	2	62 413	1	—	
61 8	1	60 849	1	—	
61 0	4	58 621	2	—	
56 0	1	55 710	1	—	
54 5	1	—		—	
53 5	4	53 395	1	—	
37 5	4	37 240	1	—	
35 3	5	35 077	3	—	
33 0	7 u	32 937	3	—	
29 9	3	29 630	1		
22 0	1	—		—	
21 0	2	—		—	
20 1	4	19 026	1	4020 1	1
14 8	1	14 537	1	—	
13 7	6	13 458	2	13 7	1
11 0	2	10 933	1	11 0	1
10 0	1	10.572	1	—	
03 5	4	03 106	2	03 5	2
01 8	3	01 550	1	—	
3999 9	1	3999 073	1	—	
99 2	2	—		3999 2	1
98 2	1	—		—	
96 8	1	—		—	
95 8	1	95 029	1	—	
93 8	6	93 570	3	93 8	1
89 8	2	89 457	2	—	
88 8	1	88 522	1	—	
—		78 790	1	—	
78 8	4	78 417	1	78 8	1
76 5	6	76 430	3	76 5	1
71 6	1	—		—	
70 3	1	—		—	
62 9	5 u	62 804	3	62 9	2
54 7	6	54 451	2	54 7	1

Eder u. Valenta (40)		Stiles (140)		Stark (94)	
3951 1	2	3950 906	1	—	
50 2	3	49 851	1	—	
48 3	7 u	48 286	4	3948 3	2
39 6	3	39.460	1	39 6	1
36 7	5	36 620	2	36 7	1
31 7	2	31 691	1	—	
30 3	2	30 428	1	30 3	1
28 1	6	28 204	2	28 1	1
—		27 808	1	—	
25 5	8U	25 649	6	25 5	2
22 0	7	22 040	3	22 0	1
—		20 689	1	—	
18 9	7	18 922	5	18 9	2
16 4	5	16 249	5 u	16 4	1
11 1	1	11 019	1	—	
09 7	1	—		—	
08 9	2	08 928	1	08 9	1
04 4	2	04 202	1	—	
03 7	3	03 496	2	—	
01 6	1	01 349	1	—	
00 1	5	3899 878	2	00 1	7
3899 0	4	98 761	1	—	
97 5	1	—		—	
96 3	1	95 905	1	—	
95 6	1	95 254	1	—	
87 3	3	87 079	1	—	
83 9	1	83 800	1	—	
82 0	1 u	—		—	
81 1	5	80 903	2	3881 1	1
78 0	1	—		—	
74 3	1	—		—	
73 6	2	73 430	1	—	
70 3	1	—		—	
69 3	3	69 107	1	—	
64 0	1	63 927	1	—	
63 4	1	63.367	1	—	
57 5	3	57 340	2	57 5	1
56 6	2	56 524	1	—	
51 2	2	51 115	1	51 2	1
43 2	4	43 247	2	43 2	1
42 0	1	—		—	
40 5	2	40 472	1	40 5	1
37 8	2 u	37 410	1	—	
35 9	1	—		—	
34 6	3	34 309	1	—	
33 6	1	—		—	
32 6	2	32 459	1	32 6	1 u
29 4	2	29 337	1	29 4	1 u
26 8	5	26 613	5	26 8	1 u
22 7	2	22 420	1	—	
17 7	1	17 571	1	17 7	1

Eder u. Valenta (40)		Stiles (140)		Stark (94)	
3816 3	4	3816 254	2	3816 3	1 u
14 2	1 u	—		—	
12 7	2 u	—		—	
11 5	3	11 303	2	—	
11 1	1	—		—	
10 4	2	10 163	1	—	
09 0	4	08 830	2	—	
—		06 377	2	—	
03 6	4	03 512	3	—	
—		01 470	4	—	
3795 8	3	3795 614	2	—	
92 7	1	—		—	
88 0	2	87 934	1	—	
87 2	1	—		—	
86 3	1	86 207	1	—	
84 6	1	—		—	
83 8	1	—		—	
82 5	2	82 427	1	—	
80 8	2	80 637	1	—	
79 7	1	—		—	
76 5	3 u	76 259	1	3776 5	1
—		74 519	5	—	
—		—		66 2	1
62 2	1	62 122	1	—	
59 9	4	59 910	2	59 9	1
57 3	4	57 202	2	—	
56 6	1	—		—	
52 5	2	52 410	1	—	
50 9	3	50 837	2	—	
47 5	2	47 401	1	—	
43 9	1	43 747	1		
42 6	2	42 480	1	—	
41 7	1 u	—		—	
40 7	1	40 728	1	—	
38 9	1 u	—		—	
35 0	2	34 770	1	35 0	1
29 5	5	29 399	3	29 5	1
26 9	1	27 328	1	—	
26 3	1			—	
24 7	1	24 000	1	—	
18 0	1	—		—	
15 5	3 u	15 237	1	—	
12 9	1 u	12 800	1	—	
11 2	1 u	—		—	
09 6	3	09 512	2	3709 6	1
08 2	3	07 943	2	08 2	1
07 6	1	—		—	
07 0	2	06 688	2	—	
05 7	3	05 368	1	05 7	1
04 9	1	—		—	
04 6	1	—		—	

Eder u Valenta (40)		Stiles (140)		Stark (94)	
3703 4	6	03 089	2	03 4	5
02 4	3	02 109	1	02 4	3
01.4	1	—		—	
3698 6	2	—		3698 6	1
95 6	1	—		—	
91 8	3	3691 521	1	91 8	1
90 0	4	89 819	2	90 0	1
89 2	1	—		—	
88 5	1	—		—	
85 2	6	84 906	5	85 2	1
65 4	3	64 802	3	—	
—		63 274	3	—	
61 4	3	61 028	2	—	
59 4	1	—		—	
56 4	1	—		—	
51 9	3	51 717	2	—	
44 5	5	44 320	5	44 5	1
42 5	1	42 200	2	—	
38 5	5	38 340	8	38 5	4
32 5	1	32 380	1	32 5	1
—		—		31 7	1
30 3	5	30 645	7	30 3	4
27 6	1	27 454	3	27 6	2
23 4	1	23 361	1	—	
20 0	1	—		20 0	1
18 6	5	18 526	6	18 6	3
16 0	2	15 837	2	—	
10 7	1	—		—	
09 1	1	08 998	2	—	
—		05 804	2	06 7	1
—		—		05 6	4
—		—		3596 8	1
—		—		93 1	3
—		3591 255	2 u	91 4	2
—		—		84 4	1
—		—		82 9	1
—		78 747	5	—	
—		—		73 3	1
—		—		72 3	1
—		—		71 2	1
—		—		64 3	1
—		—		63 3	1
—		—		58 2	1
—		56 278	4	57 0	1
—		52 652	4	52 5	1
3549 6	1	49 415	2	49 6	5
—		45 876	2	46 3	1
—		—		42 0	1
—		—		39 4	1 u
33 5	2	32 628	3 u	33 5	4
—		28 318	2	28 3	3

Eder u Valenta (40)		Stiles (140)		Stark (94)	
—		—		3526 6	1 u
—		—		23 0	1
—		22 381	4	22 8	3
—		—		21 0	1
—		3519 049	1	19 1	1
—		—		15 7	2
—		—		14 6	1
—		12 830	2	13 2	1
–		12 287	2	12 7	1
—		—		11 0	1
—		—		09 8	1
—		—		08 9	1 u
—		03 540	2	04 3	1 u
3500 1	1	00 300	1	—	
—		—		3498 6	1
—		—		95 8	1
—		92 772	6	93 5	3
—		—		90 4	1
—		86 441	3	87 5	1
—		—		85 7	1
—		—		84 5	1
—		—		78 8	1
—		74 701	2	75 6	1
—		71 555	4	72 0	1
—		62 935	3	62 9	1
—		—		59 8	1
3456 3	1	3456 211	4	56 3	2 u
—		54 346	3	55 2	1
—		51 689	2	52 7	1
—		48 745	2	49 5	1
-		—		46 2	1
—		—		43 9	1
—		42 866	1	42 6	1
40 6	1	40 587	1	—	
37 1	1	36 896	1	—	
—		—		35 6	1
34 7	1	34 730	4	—	
31 7	2 u	31 232	1	—	
—		—		28 5	1
—		—		25 8	1
23 5	1	23 751	1	23 5	1
—		--		22 5	1
—		—		21 5	1
—		19 990	4	19 7	1
—		16 862	2	18 0	1
14 9	1	14 284	1	—	
—		12 002	1	—	
10 0	1	—		—	
07 1	1	06 182		07 1	1
—		—		04 0	1
—		—		03 0	1

Eder u Valenta (40)		Stiles (140)		Stark (94)	
—		—		3300 4	1
—		—		97 7	1
3396 1	1	3396 315	5	—	
—		92 397	4	93 9	1
—		90 263	4	—	
—		87 414	1	88 6	1
86 6	1	86 991	3	86 6	2
—		81 085	2	82 6	1
—		—		74 6	1
—		70 121	2	—	
—		62 851	4	63 8	1
—		58 775	3	59 5	1
—		51 098	1		
20 5	1	20 528	1		
—		3277 869	1		
07 7	1	—			
—		3158 515	2		
3135 9	1 u	34 987	1		
16 5	1	16 236	3		
07 7	1	07 659	1		
3096 0	2	3096 224	1		
—		95 414	1		
93 3	1	92 794	2		
90 6	1	90 050	2		
38 7	2	38 192	1		
11 2	1 U	11 741	1		
2972 8	1	2973 049	2		
55 3	1	55 744	1		
53 3	1 u	—			
42 6	1 u	—			
41 3	1 u	40 531	2		
39 8	1	39 027	1		
15 5	1	—			
2882 2	1	2882 601	1		

Eder u Valenta (40)		Stiles (140)	
—		66 172	1
2852 0	1	2852 415	2
42 0	1 U	43 774	3
35 0	1	35 448	1
2789 1	1	2788 400	2
84 6	1	84 707	1
81 0	1	81 930	1
67 6	1	—	
41 3	1 u	—	
2675 2	1	-	
64 5	1	2663 803	1
—		56 670	1
40 5	1	39 806	2
29 0	1 U	28 056	3
25 7	1	-	
14 8	1	—	
—		06 701	1
—		2599 508	3
2598 3	1	98 450	2
—		71 862	2
61 4	1	—	
07 2	1	—	
2499 4	1	2499 366	1
—		84 509	1
78 2	1	78 562	2
—		61 385	1
-		48.565	1
2380 1	1 U	—	
74 1	1 u	—	
—		45 555	1
27 5	1		
23 1	1		
2284 0	1	—	
58 6	1 u	—	

Bandenspectrum.

Dasselbe ist noch unvollkommen bekannt Zuerst erhält Lecoq [19] vom Funken nach Chloridlösung Banden, welche etwa von 5697 bis 5498 und 5292 bis 5222 reichen Es ist unbekannt, ob sie zum Chlorid oder zum Metall selbst gehören Auch Ciamician [21] findet auf diese Art Banden, die etwa von 594 bis 453 sich erstrecken, aber nur in einer Zeichnung angegeben sind, welche sich nicht auswerthen lässt — Bei sehr hoher Temperatur erhält er dann [24] im Geisslerrohr ein Band 482—481.

Vogel [25] photographirt in einem Rohr Banden, für deren Kanten er etwa 4216, 4008, 3910 findet Es handelt sich aber wohl zweifellos um Verunreinigungen, C und N

So sind Eder und Valenta [40] die ersten, welche das Bandenspectrum entdecken Es tritt am besten auf, wenn nicht condensirte Entladungen durch ein Rohr hindurchgehen, welches an beiden Enden verschiedene Temperatur besitzt, so dass der Quecksilberdampf uberdestillirt Sie messen die Kanten von 7 Banden und eine grosse Zahl der einzelnen Linien und geben die Zeichnung eines Bandes — Dann erhalt Huff [63] dasselbe Spectrum, ohne es zu messen, er giebt nur an, er konne Eder und Valenta bestatigen Als neu giebt er an, dass bei niedrigerer Temperatur zwei Banden bei etwa 5570 und 4850 erscheinen, die bei hoherer Temperatur nicht sichtbar waren

Hagenbach und Konen [83] photographiren das Spectrum mit grossem Gitter, messen es aber leider nicht aus Spater geben sie in ihrem Atlas (97, Tafel VII, Nr 67) eine Photographie des Bandenspectrums Die dort angenahert abzulesenden Wellenlangen fur die Kanten stimmen mit Eder und Valenta vortrefflich uberein

Endlich giebt noch Stark [94] Messungen fur Kanten, welche aber mit den beiden vorigen keinerlei Aehnlichkeit haben

Die Banden sind nach kurzen Wellen abschattirt, schon mit kleiner Dispersion ganz aufgelost Es liegen immer zwei Kanten dicht neben einander, jede scheint aus zwei starken Linien zu bestehen

Eder u Valenta (40)	Hagenbach u Konen (97)	Stark (94)	Lecoq (19)	Huff (63)	Ciamician (24)
—	—	—	5697—5498	5570	—
—	—	—	5292—5222	—	—
—	—	—	—	4850	482 –481
4517 1	—	—			
4514 3	—	—			
4396 3	4393	—			
4393 2	4390	—			
4218 9	4218	—			
4214 1	4213	—			
4017 5	4018	—			
4012 0	4011	—			
3728 6	3729	—			
3721 4	3722	—			
—	—	3593 1			
—	—	3524 5			
3500 1	3500	—			
3495 0	3495	—			
—	—	3479 9			
—	—	3447 9			
—	—	3427 5			
—	—	3405 5			
3274 5					
3268 1					

Stark giebt noch im Sichtbaren 4598.2, 4530 3, 4282 3, 4032 8

Verbindungen.

Es sind die Spectra der Haloide bekannt, aber ebenfalls recht unvollkommen. Die ersten Angaben stammen von Peirce [23], der Geisslerröhren mit den betreffenden Salzen benutzt. Das Chlorid gebe eine nach Roth scharf begrenzte Bande von etwa 559 bis 554, die gleiche Bande gab auch das Chlorür. Bromid gab ein Band 506—498, Jodid ein Band 445—442.

Etwas vollkommener sind die Angaben von Jones [44]. Das Jodid gab ein nach Violett abschattirtes Band, dessen Kante bei 4396 liegt, und welches bis 2538 messend verfolgt wird. Nach den viel zu kurzen Angaben scheinen viele Kanten vorhanden zu sein. — Das Band des Bromids beginne bei 5062 und klinge nach Ultraviolett ab, dann fange ein neues linienreiches Bandenspectrum zwischen 2972 und 2562 an, namentlich eine Gruppe bei 2718 soll auffallend sein. — Das Chlorid endlich ergab ein cannelirtes Spectrum, welches bei 5663 beginnt, ein Minimum bei 536, dann ein Maximum bei 4358 zeigt und nach dem Violett hin abklingt. Im Ultraviolett liegt noch eine characteristische Bandengruppe zwischen 259 und 249, deren Banden nach kurzen Wellen abschattirt sind. — Die Abhandlung enthält Zeichnungen und Messungen.

Die eingehendste Untersuchung führt Lohmeyer [105] durch, photographirt aber auch nur mit kleinem Gitter von 1 m Krümmungsradius, und beobachtet, da er Glasröhren verwendet, nur den sichtbaren Theil. Die Spectren sind sämmtlich aus einer Unzahl von Banden zusammengesetzt, die nicht in Linien aufgelöst waren. Auch die Bandenköpfe sind zum Theil sehr unscharf, ihre Messung wird durch einen starken continuirlichen Grund erschwert. — Beim Chlorid beginnen die Banden bei 5853.8 sehr schwach, werden stärker bis 5567.1, dann wieder schwächer bis 4950, um wieder zu wachsen bis 4383. Vielfach liegen je zwei Kanten dicht neben einander. Lohmeyer misst zwischen 5853 und 4079 327 Kanten, von welchen ein geringer Theil zwei Serien zu bilden scheint.

Das Spectrum des Bromid ist von den dreien am deutlichsten regelmässig gebaut. Es beginnt stark bei 5020, fällt schnell ab und zeigt bei 4841 ein Minimum der Intensität. Dann wird es wieder heller und deutlicher, hat bei 4508 ein Maximum, um dann nach Violett hin abzuklingen. Auch hier tritt die Anordnung der Kanten als Paare auffallend hervor. Zwischen 5089 und 4074 werden 193 Kanten gemessen, von welchen sich ein Theil in drei Serien anordnen lässt.

Das Jodid endlich beginnt mit scharfem Maximum bei 4441, die Intensität nimmt gleichmässig nach Violett ab, es werden 143 Kanten gemessen und drei Serien aufgestellt.

Ein Vergleich der Messungen von Lohmeyer und von Jones zeigt, dass letzterer im Allgemeinen nur die stärksten Kanten oder Gruppen von Kanten gemessen hat und sie meist als Linien bezeichnet.

Es scheint mir keinen Zweck zu haben, die Tabellen von Lohmeyer hier abzudrucken, ich verweise dafür auf die Arbeit selbst.

HOLMIUM.

Dies Element existirt nicht mehr als solches Im Jahre 1886 gelang es Lecoq de Boisbaudran[1]) nachzuweisen, dass die von Soret zuerst mit X bezeichnete, dann Holmium genannte Erde ein Gemisch sei, aus welchem er einen Bestandtheil abschied und Dysprosium nannte — Den durch einige Absorptionsstreifen characterisirten Rest hat man erst weiter Holmium, dann aber Neoholmium genannt Funken- und Bogenspectrum des alten Holmium sind noch von Exner und Haschek[2]) untersucht worden, beide sind sehr linienreich Aber sie stellen naturlich nur ein Gemisch der Spectren von Dy, Nh und wahrscheinlich anderer Erden dar Die Bogenspectren von Dy und Nh hat Eberhard[3]) mit Material von Urbain gemessen Scheidet man die von ihm gefundenen Linien aus der Tabelle des Bogenspectrums von Exner und Haschek aus, so fallen in dem betreffenden Stuck des Spectrums fast alle starkeren Linien fort Es bleiben freilich noch immer uber 1000 Linien ubrig, die zum Theil schwächere, von Eberhard nicht gemessene Linien des Dy und Nh sein konnen, zum Theil wohl von Verunreinigungen durch andere seltene Erden herruhren — Das Funkenspectrum wird ebenso zusammengesetzt sein, doch liegen hier keine anderen Messungen vor Weiteres siehe bei Nh

1) Lecoq de Boisbaudran, L'holmine (ou terre X de M Soret) contient au moins deux radicaux métalliques C R **102** p 1003—1004 (1886), Sur le dysprosium C R **102** p 1005—1006 (1886)

2) F Exner und E Haschek Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **110** IIa p 557—577 (1901), Tabelle der Funkenspectra, Wien 1902, Tabelle der Bogenspectra, Wien 1904

3) G Eberhard, Untersuchungen uber das Bogenspectrum des Dysprosiums Publ Astrophys Obs Potsdam **20**, 3 (1909)

JOD (J = 126 92)[1]

Literatur

[1] W H Miller, On the effect of light on the spectrum passed through coloured gases Phil Mag (3) **2** p 381—382 (1833) Pogg Ann **28** p 386—388 (1833) Absorption des Dampfes Vergl ds Handb III p 325

[2] D Brewster, Phil Mag (3) **8** p 384—392 (1836) Absorption Vergl ds Handbuch III p 325

[3] A Erman, Sur la loi de l'absorption de la lumière par les vapeurs de l'iode et du brome C R **19** p 830—845 (1844) Pogg Ann **63** p 531—559 (1844) Absorption

[4] W A Miller, Experiments and observations of some cases of lines in the prismatic spectrum produced by the passage of light through coloured vapours and gases and from certain coloured flames Rep Brit Ass Not and Abstr p 28—29 (1845) Phil Mag (3) **27** p 81—91 (1845) Absorption Vergl ds Handb III p 325

[5] E Robiquet, Recherches sur les raies du spectre solaire et des differents spectres electriques C R **49** p 606—610 (1859) Absorption Vergl ds Handb III p 325

[6] J Plucker, Ueber die Constitution der electrischen Spectra der verschiedenen Gase und Dampfe Pogg Ann **107** p 497—539 (1859) Linienspectrum in Vacuumrohren

[7] J Plücker, Nachtrag zu der Arbeit über die Constitution der electrischen Spectra usw Pogg Ann **107** p 638—644 (1859) In Vacuumrohren

[8] F P Le Roux, Recherches sur les indices de refraction de quelques métalloides et metaux a l'etat de vapeur C R **51** p 171—172 (1860) Absorption Vergl d Handb III p 325

[9] A Wullner, Zur Absorption des Lichtes Pogg Ann **120** p 158—167 (1863) Lehrbuch, IV Aufl p 292—293 In Flammen, Bandenspectrum, Absorption

[10] E Diacon, De l'emploi du chalumeau à chlor-hydrogene pour l'étude des spectres C R **56** p 653—655 (1863) Verbindungen in Flammen

[11] W A Miller, On the photographic transparency of various bodies and on the photographic effects of metallic and other spectra obtained by the electric spark Phil Trans **152,** II p 861—887 (1863) Absorption im Ultraviolett Vergl ds Handbuch III p 327 Funke in Jodwasserstoff

[12] A Mitscherlich, Ueber die Spectren der Verbindungen und der einfachen Körper Pogg Ann **121** p 459—488 (1864) In Flamme, Absorption Vergl d Handb III p 325.

[13] J Chautard, Phénomènes observés dans les spectres produits par la lumière des courants d'induction traversant les gaz rarefiés C R **59** p 383—384 (1864) Linienspectrum

[14] E Diacon, Recherches sur l'influence des éléments électronégatifs sur le spectre des metaux. Ann chim et phys (4) **6** p 5—25 (1865) Verbindungsspectra in Flammen

[15] A Mitscherlich, Ueber die Anwendung der Verbindungsspectren zur Entdeckung von Chlor, Brom und Jod in geringster Menge Pogg Ann **125** p 629—634 (1865) Verbindungsspectra in Flammen

[16] J Plucker and J W Hittorf, On the spectra of ignited gases and vapours Phil Trans **155** p 1—30 (1865) Neudruck Leipzig 1904 In Vacuumröhren

[17] R Thalén, Om spectralanalys Uppsala Univ Årsskrift 1866, 8° Linienspectrum.

[18] A Morren, Sur les raies d'absorption produites dans la lumiere solaire par le passage au travers du chlore C R **68** p 376—377 (1869) Absorption

1) Bearbeitet von Prof H Konen, Münster

[19] R Thalen, Jodgasens Absorptionsspectrum Kgl Svenska Vet Akad Handl **8** No 3 (1869) Absorption Vergl ds Handb II p 472, III p 336

[20] B Andrews, The dichroism of the vapour of iodine Chem News **24** p 75 (1871) Absorption Vergl Bd III p 327

[21] A Ditte, Sur les spectres des corps appartenants aux familles de l'azote et du chlore C R **73** p 738—742 (1871) Funke in Chlorbrom und Chlorjod

[22] D Gernez, Spectres d'absorption du chlore et du chlorure d'iode C R **74** p 660—662 (1872) Absorption von Jodmonochlorid Vergl ds Handb III p 366

[23] G Salet, Sur la lumière emise par la vapeur d'iode C R **74** p 1249 (1872) Gluhspectrum

[24] G Salet, Sur le spectre primaire de l'iode C R **75** p 76—77 (1872) Bandenspectrum in Rohren, Gluhspectrum Vergl ds Handb II p 155

[25] G Salet, Sur les spectres des métalloides Ann chim et phys (4) **28** p 5—71 (1873) In Flamme, Vacuumrohre, Gluhspectrum

[26] J N Lockyer, On the molecular structure of vapours in connection with their densities Proc Roy Soc **22** p 372—374 (1874) Phil Mag (4) **49** p 320—326 (1875) Absorption bei verschiedener Temperatur Vergl d Handb III p 325

[27] G Salet, Sur les spectres doubles J de phys **4** p 225—227 (1875) Banden- und Linienspectrum

[28] J N Lockyer and W Ch Roberts, On the absorption spectra of metals volatilized by the oxyhydrogen flame Proc Roy Soc **23** p 344—349 (1875) Absorption bei verschiedener Temperatur Vergl ds Handb III p 325

[29] H E Roscoe and T E Thorpe, On the absorption spectra of bromine and iodine monochloride Phil Trans **167**, I p 207—212 (1876) Absorption Vergl ds Handbuch III p 366

[30] J Moser, Die Spectren der chemischen Verbindungen Pogg Ann **160** p 177 bis 199 (1877) Absorption Vergl ds Handb III p 326

[31] G Ciamician, Ueber die Spectren der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen Wien Ber **76**, II p 499—517 (1877) Linienspectrum in Vacuumröhren

[32] G Ciamician, Ueber den Einfluss des Druckes und der Temperatur auf die Spectren von Gasen und Dämpfen Wien Ber **77**, II p 839—841 (1877) Continuirlicher Grund im Spectrum Verbreiterungen

[33] G Ciamician, Ueber den Einfluss der Dichte und der Temperatur auf die Spectren von Gasen und Dampfen Wien Ber **78**, II p 867—890 (1878) Intensitatsänderungen, angebliche Homologieen

[34] C Gänge, Optische Untersuchungen uber die Metalloide und ihre Verbindungen Habilitationsschrift, Jena 1878, 40 pp Absorption Verbindungsspectra

[35] H W Vogel, Untersuchungen über Absorptionsspectra Ber Chem Ges **11** p 903 bis 920 (1878) Absorption Vergl d Handb III p 325

[36] E Wiedemann, Untersuchungen über die Natur der Spectra Wiedem Ann **5** p 500—524 (1878) Nachweis von J neben N.

[37] A Schuster, On our knowledge of spectrum analysis Rep Brit Assoc 1880 p 269—270 Deutung der Beobachtungen Ciamician's.

[38] A Schuster, The genesis of spectra Rep Brit Ass 1882 p 120—143 Serien von Banden des Absorptionsspectrums

[39] F Lommel, Die Fluorescenz des Joddampfes Wiedem Ann **19** p 356—358 (1883) Fluorescenzspectrum Vergl ds Handbuch Bd IV p 910

[40] G D Liveing and J Dewar, Notes on the absorption of ultra-violet rays by various substances Proc Roy Soc **35** p 71—74 (1883) Absorption im Ultraviolett Vergl ds Handb III p 327

[41] Arnolfo Morghen, Lo spettro di assorbimento del vapore di iodio Atti Acc Lincei Trans (3) **8** p 327—330 (1884) Mem Spettrosc Ital **13** p 127—131 (1884) Absorption Vergl ds Handb III p 326

[42] E Goldstein, Emissionsspectra erster Ordnung bei den Haloiden Verh physik Ges 1886 p 38—41 (1886) Bandenspectrum in Vacuumröhren

[43] J. J Thomson, On the dissociation of some gases by the electric spaik Proc Roy Soc **42** p 343—345 (1887), Chem News **55** p 252—253 (1887) Absorption

[44] G Salet, Traité elémentaire de spectroscopie, premier fasc Paris 1888 p 172 ff In Flammen, Geisslerrohr, Glühspectrum

[45] C Piazzi Smyth, Reexamination of the spectra of twenty three gas-vacuum endon tubes, after six to ten years of existence and use Chem News **60** p 223—240 (1889) Verhalten von Spectralrohren mit J

[46] B Hasselberg, Untersuchungen uber das Absorptionsspectrum des Jodgases Mém Acad Pétersb (7) **36** No 17 (1889) Absorption Vergl ds Handb III p 326

[47] H Ebert, Optische Mittheilungen, 3 Ueber das Absorptionsspectrum des Jods 3 pp Sitzber physik-med Soc Erlangen, Juli 1889 Absorption Vergl ds Handb III p 327

[48] E Wiedemann, Optische Notizen 1 Ueber die Farbe des Jodes, 2 Fluorescirende Dampfe Wiedem. Ann **41** p 299—392 (1890) Fluorescenz von Losungen oberhalb kritischer Temperatur Vergl ds Handb IV p 915

[49] C Luedeking, The long continued action of the electric discharge on iodine Chem News **61** p 1—2 (1890) Verhalten von Spectralröhren mit J

[50] A Smithells, The luminosity of gases Phil Mag (5) **37** p 245—259 (1894) Gluhspectrum

[51] H Ebert, Ueber langdauernde electrische Schwingungen und ihre Wirkungen Wiedem Ann **53** p 144—161 (1894) Bandenspectrum

[52] A Smithells, The luminosity of gases Phil Mag (5) **39** p 122—133 (1895) Gluhspectrum

[53] J Evershed, Experiments on the radiation of heated gases Phil Mag (5) **39** p 460—476 (1895) Gluhspectrum

[54] J Trowbridge and W Richards, The multiple spectra of gases Phil Mag (5) **43** p 135—139 (1897) Bandenspectrum in positiver Saule

[55] A de Gramont, Spectres de dissociation des sels fondus Metalloides chlore, brome, iode Ann chim et phys (7) **10** p 214—234 (1897) Funke

[56] H Konen, Ueber die Spectren des Jod Diss Bonn 1897 Wied Ann **65** p 257 bis 286 (1898) Emission und Absorption in Funke, Flamme, Rohren, Fluorescenz, Glühspectrum

[57] E van Aubel, Action du magnetisme sur les spectres des gaz J de phys (3) **7** p 408—409 (1898) Aenderungen im Linienspectrum

[58] A Kalähne, Ueber die Spectra einiger Elemente bei der stetigen Glimmentladung in Geisslerschen Röhren und die Abhängigkeit der Lichtstrahlung von Stromstärke und Druck. Wied Ann **68** p 815—848 (1898) Bandenspectrum in positiver Säule

[59] S Friedlander, Ueber die Bestimmung von Chlor, Brom und Jod durch Beobachtungen von Flammenspectren und uber eine gesetzmassige Beziehung der beobachteten Haloidspectren Diss Berlin 1900, Hauff u Sohn, Berlin Verbindungsspectra

[60] G Berndt, Gasspectra im Magnetfeld Ann d Phys (4) **8** p 625—642 (1902) Zeeman Effect

[61] G D Liveing, On differences between the spectra at anode and kathode in certain gases and on the probable reason for the differences Proc Cambr Phil Soc **12**, 5 p 337—348 (1904) Continuirliches Spectrum

[62] P Zonta, Su lo spettro emesso dai tubi di Geissler nel campo magnetico Nuov Cim (5) **7** p 321—333 (1904) Uebergang der Spectra im Magnetfeld

[63] L Puccianti, Metodo interferenziale per lo studio della dispersione anomala nei vapori Mem Soc Spettrosc Italiani **33** p 133—138 (1904) Anomale Dispersion des Dampfes

[64] W Matthies, Ueber die Glimmentladung in den Halogenen Chlor, Brom und Jod Ann d Phys (4) **18** p 131—135 (1904) Bandenspectrum in der positiven Saule

[65] P G Nutting, On the secondary spectra and the conditions under which they may be produced Bull bur of standards Washington I p 83—85 (1904) Banden- und Linienspectrum

[66] C M Olmsted, Die Bandenspectra nahe verwandter Verbindungen Zs wiss Photogr **4** p 255—291, p 293—333 (1904) Verbindungsspectra

[67] P G Nutting, The spectra of mixed gases Astrophys J **19** p 105—110 (1904) Linienspectrum

[68] P G Nutting, Secondary spectra Astrophys J **19** p 239—245 (1904) Bandenspectrum und Linienspectrum

[69] P G Nutting, On the transition from primary to secondary spectra Astrophys J **20** p 131—135 (1904) Bandenspectrum

[70] L Puccianti, Spettri di incandescenza dell' iodio e del' bromo Rend Acc dei Lincei (5) **14** p 84—89 (1905) Gluhspectrum

[71] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectra der meisten Elemente Jena 1905 Linienspectrum in Geisslerröhre

[72] L Puccianti, Alcune osservazioni critiche ed esperienze nuove relative ai fondamenti della spettroscopia celeste Nuov Cim (5) **9** p 3—85 (1905) Gluhspectrum

[73] W Friedrichs, Ueber Absorptionsspectra von Dampfen Diss Bonn 1905 Absorption Vergl ds Handb III p 326

[74] R W Wood, Physical optics New York 1905 p 443 Fluorescenzspectrum Vergl ds Handb IV p 911

[75] R W Wood, The fluorescence, magnetic rotation and temperatur emission spectrum of jodine vapour Phil Mag (6) **12** p 324—336 (1906) Vergl auch ds Handb IV p 911 Fluorescenz- und Gluhspectrum

[76] R W Wood, The magnetic rotation spectra of vapors Johns Hopkins University Circular 1906 p 222—223 Absorption in Magnetfeld Vergl ds Handb IV p 911

[77] C Fredenhagen, Die Temperaturstrahlung des Joddampfes Physik Zs **8** p 89—91 (1907) Gluhspectrum

[78] M Reinganum, Die Temperaturstrahlung des Joddampfes Physik Zs **8** p 182 bis 183 (1907) Glühspectrum

[79] C Fredenhagen, Ueber reine Temperaturstrahlung und die Anwendbarkeit des Kirchhoffschen Gesetzes Physik Zs **8** p 407—415 (1907) Glühspectrum

[80] R W Wood, Die Temperaturstrahlung des Joddampfes Physik Zs **8** p 517—518 (1907) Gluhspectrum

[81] C Fredenhagen, Ueber reine Temperaturstrahlung Physik Zs **8** p 679—681 (1907) Glühspectrum

[82] E Goldstein, Ueber zweifache Linienspectra chemischer Elemente Verh deutsch physik Ges **9** p 321—332 (1907) Physik Zs **8** p 674—679 (1907) Astrophys J **37** p 25—34 (1908) In Vacuumröhren

[83] B Goering, Einfluss der Dichte auf die Absorption der Kohlensäure, des Broms und Jods Diss Königsberg 1907 Absorption

[84] E Goldstein, Zur Erzeugung von Linienspectren Ann d Phys (4) **27** p 773 bis 796 (1908) In Vacuumrohren

Die intensive Farbe des Joddampfes ist wohl die Ursache, dass zuerst das Absorptionsspectrum untersucht worden ist. Die einschlagigen Arbeiten sind bereits in Band III p 325ff ausfuhrlich besprochen worden Sie sind in der Literaturubersicht mit angefuhrt An dieser Stelle seien nur die Arbeiten erwahnt, die in die Zeit nach dem Erscheinen des dritten Bandes fallen Puccianti [68] untersucht die anomale Dispersion des Joddampfes Wood [74, 75, 76] photographirt das Spectrum, das man erhalt, wenn man Joddampf zwischen gekreuzten Nicols in ein Magnetfeld bringt und in Richtung der Kraftlinien beobachtet Es zeigt sich, dass viele, jedoch nicht alle Absorptionslinien des Joddampfes die Fahigkeit besitzen, in Richtung der Kraftlinien Rotationsdispersion hervorzubringen. Endlich bringt Goering [84] Photographien des Absorptionsspectrums des gesattigten Joddampfes bei Temperaturen von 70°—160° Cels mit geringer Dispersion, ferner photometrische Messungen

der Absorption an verschiedenen Stellen des Absorptionsspectrums bei 3 verschiedenen Temperaturen und bei zwei Schichtdicken. Das Resultat ist, dass mit zunehmender Dichte sich sowohl der Schwerpunkt der gesammten Absorption wie auch die Absorption in jeder einzelnen Bande schneller nach dem rothen Ende des Spectrums verschieben als nach dem blauen.

Plucker ist der erste, der das Linienspectrum des Jods beobachtet und zugleich angenaherte Messungen angestellt hat [6,7]. Er benutzte von Geissler hergestellte Vacuumrohren. Einige Jahre spater beschreibt Wullner [9] das Spectrum des Joddampfes in einer Flamme. Neben einem Bandenspectrum, das vermuthlich einer Verbindung angehort hat, sieht er die Absorptionsbanden. Die gleichzeitigen Versuche von Diacon [10,14] beziehen sich auf die Flammenspektren von Jodiden in Flammen, denen Jodwasserstoff, Chlorwasserstoff oder Bromwasserstoff beigemengt sind. Er findet characteristische Bandenspectra, besonders von einer Wismuthverbindung. — Neben seinen Absorptionsversuchen hat Miller [11] auch Versuche mit Funken in Jodwasserstoff angestellt. Dieselben fielen jedoch negativ aus, da das Gas sich zersetzte.

Unabhangig von Wullner und Diacon macht Mitscherlich [12,15] seine Versuche. Ich ubergehe das auf die Verbindungsspectra Bezugliche. Mitscherlich benutzt Wasserstoff- und Kohlenoxyd-Flammen. In beiden erhalt er ein Bandenspectrum, von dem er auch eine nicht sehr deutliche Zeichnung giebt, und das keineswegs dem Absorptionsspectrum entspricht. Aehnlich wie Wullner erhalt er das Absorptionsspectrum, wenn Joddampf im Ueberschuss da ist. Es ist sehr moglich, dass Mitscherlich hier das Gluhspectrum des Jods beobachtet hat, ebenso wie Wullner, da man dieses auf die beschriebene Weise erhalten kann. Doch ist auch moglich, dass gegen die continuirlich leuchtende Flamme in der That Absorptionsbanden gesehen worden sind. Eine Verwechslung ist leicht moglich, da die Banden verhältnismassig eng sind und bei kleiner Dispersion fast wie Linien aussehen, daher auch bis in die neueste Zeit oft als solche bezeichnet worden sind [z. B. 83]. Das beobachtete Bandenemissionsspectrum schreibt Mitscherlich dennoch dem Jod und nicht einer Jodverbindung zu, da es sowohl in H- wie auch in der CO-Flamme erscheint, also nur einer J-O Verbindung zukommen konne.

Einen bedeutenden Fortschritt in der Erkenntnis des Jodspectrums bringt die Arbeit von Plucker und Hittorf [16]. Es wird zunachst eine gute Zeichnung des Linienspectrums in einer Geisslerrohre gegeben, die in ihrem rothen Theile noch heute die einzige Grundlage fur unsere Kenntnis der Jodlinien ist. Ferner geben Plucker und Hittorf an, dass sie nach dem Emissionsbandenspectrum des Jods gesucht hatten, das nach der Theorie dem Bandenabsorptionsspectrum entsprechen musse, welches sie gleichfalls kurz beschreiben. Bei dem vergeblichen Suchen benutzen sie auch Flammen, anscheinend ohne Kenntniss der bereits vorliegenden Erfahrungen. Sie finden eine Wasserstoffflamme ungeeignet, bei Zufuhrung von Sauerstoff erhalten sie jedoch ein dem Swanspectrum ahnliches, deutlich aufgelostes Spectrum, das aus Banden mit

grossen Zwischenraumen besteht, die indess ganzlich verschieden sind von den Absorptionsbanden

Die Arbeit von Chautard [15] bringt nichts Neues, ebensowenig diejenige von Thalen [17]

Die erste Untersuchung des Jodspectrums bei Atmospharendruck und im Funken ruhrt wohl von Ditte her [21], der Funken durch Chlorjod schlagen lasst Die Beschreibung des Spectrums und die darauf gegrundeten Schlusse auf Homologieen zwischen den Haloidspectren sind indess sehr vage

Ausgezeichnet sind die Arbeiten von Salet [23, 24, 25, 27, 45] Salet findet zunachst [23], dass Joddampf die bemerkenswerthe Eigenschaft besitzt, durch Erhitzen in geschlossenen Gefassen zu einer Art Rothglut gebracht zu werden Dabei sendet der Dampf, wie Salet bereits angiebt [24], ein Bandenspectrum aus, das dem Absorptionsspectrum entspricht Weiter gelingt es Salet, bei Anwendung schwacher Entladungen das von Plucker und Hittorf vergeblich gesuchte Emissionsspectrum aufzufinden [24] [27] Auch die Emission des Joddampfes in Entladungsrohren bei verschiedener Dampfdichte wird beschrieben, und es werden Messungen der Hauptlinien gemacht [25], fur die Salet spater verbesserte Zahlen giebt [45] Endlich untersucht Salet auch das Spectrum des Jods in Flammen und misst einige Maxima [25, 45] Da er nachweisen kann, dass sich Jodwasserstoff in der Flamme bildet, so schreibt er das genannte Spectrum einer Jodwasserstoffverbindung zu

Es folgen die Arbeiten von Ciamician [31, 32, 33] Dieser benutzt Vacuumrohren bei verschiedenen Dampfdrucken Er findet starke Veranderlichkeit des Spectrums mit dem Druck Die Linien verbreitern sich, verschwinden theilweise und werden durch neue ersetzt Die Spectra der verschiedenen Haloide sollen sich auf diese Weise immer „ahnlicher“ werden Auch giebt Ciamician Zeichnungen, deren Linien sich jedoch nicht mit Sicherheit identifiziren lassen Abgesehen von den Speculationen uber Homologieen, die bereits Bd. II p 584 gewurdigt worden sind, entspricht die Beschreibung Ciamicians hinsichtlich des Einflusses des Druckes den späteren Beobachtungen, wenigstens in den allgemeinen Zugen Man vergleiche zur Deutung der Beobachtungen Ciamicians auch den Artikel von Schuster [32]

Es folgen nun einige Einzelbeobachtungen E Wiedemann untersucht gelegentlich die Empfindlichkeit der spectralen Reaction von Stickstoff neben Jod in Vacuumrohren [36]

Lommel entdeckt die Fluorescenz des Joddampfes [39] Ueber die Weiterentwicklung dieser bemerkenswerthen Entdeckung vergl Bd IV p 910 ff Eine Auflosung des anscheinend continuirlichen Fluorescenzspectrums gelang Lommel nicht

Goldstein [42] beobachtet aufs neue das Emissionsbandenspectrum des Jods und giebt eine oberflachliche Beschreibung Smyth [45] und Luedeking [49] beschreiben das Verschwinden von Jod aus gebrauchten Rohren E Wiedemann [48] giebt Notizen zur Fluoreszenz von Losungen (vergl

Bd IV p 915) Smithells [50, 52] macht Bemerkungen uber das Gluhspectrum, das er als Temperaturemission ansieht Ebert [51] benutzt electrische Wechselfelder zur Erregung von Joddampf Er findet das Bandenspectrum und giebt eine kurze Beschreibung des Spectrums und der Herstellung der Rohren.

Bei seinen Versuchen uber die Emission erhitzter Gase untersucht Evershed [53] auch das Gluhspectrum des Jods Er findet es continuirlich. Dieselbe Erscheinung ist später noch wiederholt beobachtet und verschieden gedeutet worden

Trowbridge und Richards [54] benutzen den Strom einer Hochspannungsbatterie Sie finden in der positiven Saule das Bandenspectrum Wird Capacitat eingeschaltet und eine oscillatorische Entladung benutzt, so tritt das Linienspectrum auf

De Gramont [55] lasst condensirte Funken nach geschmolzenen Salzen uberschlagen Er findet in allen untersuchten Fallen nahezu das gleiche Jodspectrum, wenn Jodide benutzt werden Dasselbe ist ein Linienspectrum und hat grosse Aehnlichkeit mit dem von Salet bei hohem Druck beobachteten Spectrum. Die Messungen de Gramonts sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

Konen [43] behandelt die Emission nnd Absorption des Joddampfes nach jeder Richtung Fur das Bandenspectrum werden angenaherte Messungen gemacht und es wird gezeigt, dass es dem Absorptionsspectrum entspricht, ferner dass sich der blaue und der sichtbare Theil verschieden verhalten Mit einem kleinen Rowlandgitter wird das Linienspectrum im Bereiche 5700—3000 bis auf einige Hundertel A E ausgemessen Dabei zeigt sich, dass die Zusammensetzung des Spectrums mit dem Druck und der Entladungsdichte sich ändert, so dass Konen zwei verschiedene Grenzzustande unterscheidet Fur das Gluhspectrum wird der Aufbau aus Banden nachgewiesen, ebenso fur das Fluorescenzspectrum Das Flammenspectrum wird in gleicher Weise gefunden, wie bei Salet, und einer freilich unbestimmt bleibenden Verbindung zugewiesen Weiter werden eine Reihe Versuche angestellt, aus denen hervorgeht, dass der leuchtende Joddampf zwar das Bandenspectrum, nicht aber das Linienspectrum absorbirt Die Versuche uber Absorption des Dampfes sind bereits in Bd III besprochen

Es folgen nun wieder mehrere gelegentliche Beobachtungen.

Van Aubel [57] findet, dass sich der Character des Spectrums andert wenn man eine Jodrohre in ein Magnetfeld bringt

Kalahne [58] benutzt Gleichstromrohren Er findet in der positiven Saule das Bandenspectrum des Jods, das aus zwei Theilen, einem aus Banden zusammengesetzten im Roth und Gelb und einem continuirlichen im Blau besteht Beide Theile sind durch einen dunklen Raum getrennt, in dem man einige Linien des Linienspectrums sieht Messungen werden nicht angestellt

Die gleichen Beobachtungen bringen spater wieder Liveing [61] sowie Matthies [64] Liveing findet das Spectrum der positiven Saule continuirlich, wohl infolge geringer Dispersion und grosser Dampfdichte In dem

Kathodenlicht sieht er das Linienspectrum und beschreibt die Vertheilung der Emission in der Röhre bei grösserer Dampfdichte.

Friedländer [59] behandelt wieder den Nachweis von Jod vermittels der Flammenspectra von Verbindungen. — Berndt untersucht [60] oberflächlich den Zeeman-Effect und findet ihn an den untersuchten Linien normal. In der Arbeit von Zonta [62] findet man Bemerkungen über den Uebergang der Jodspectra in einem Magnetfelde, in den Aufsätzen von Nutting [65, 67, 68, 69] Betrachtungen und Beobachtungen über den Uebergang des Banden- in das Linienspectrum bei Verwendung gesteigerter Energiemengen zur Erregung.

Endlich bringt der Atlas von Hagenbach und Konen [71] eine auch das Ultraviolett und das Roth bis 6500 umfassende Aufnahme. Dieselbe ist zur angenäherten Bestimmung der in den betreffenden Theilen des Spectrums enthaltenen Linien benutzt.

Die Arbeiten von Wood [74, 76] und Puccianti [70] eröffnen eine Reihe von Untersuchungen über das Glühspectrum des Joddampfes. Zunächst führt Puccianti [70] den photographischen Nachweis, dass das Glühspectrum sich aus Banden zusammensetzt, die bei kleiner Dispersion als das Negativ des Absorptionsbandenspectrums erscheinen.

Wood [75] veröffentlicht eine Photographie mit etwas grösserer Dispersion, aus der hervorgeht, dass das fragliche Spectrum zwar aus Banden besteht, die im grossen und ganzen den Absorptionsbanden entsprechen, dass jedoch die Kanten in beiden Fällen nicht genau die gleiche Lage haben. Inwiefern dabei diffuse Absorption mit hineinspielt, bleibt unentschieden. Zur Erzeugung des Glühspectrums benutzt Wood ein Gefäss aus geschmolzenem Quarz, das mit einer Spitze von 0.5 mm Weite versehen ist. Durch Erhitzen des ganzen Gefässes wird eine relativ hohe Dampfdichte erzeugt. Die Spitze wird gesondert durch ein Gebläse erhitzt. Bedingung für das Auftreten der Banden ist die Verwendung einer dünnen Gasschicht. Bei dicken Gasschichten erscheint das Spectrum continuirlich. Wood spricht die Meinung aus, dass es möglich sein müsse, das Glühspectrum auch mit grosser Dispersion aufzunehmen.

Während alle Beobachter bisher immer das Glühspectrum als Temperaturstrahlung ansehen und somit als Beispiel dafür nennen, dass man ein Gas lediglich durch Steigerung seiner Durchschnittstemperatur zur Emission eines Bandenspectrums bringen könne, ist Fredenhagen [27] der Ansicht, dass die Dissoziation des Joddampfes entscheidend für das Bandenspectrum sei. Er stellt verschiedene Versuche an, bei denen entweder der Joddampf möglichst gleichmässig oder möglichst ungleichmässig erhitzt wird. Im ersten Falle sieht Fredenhagen immer nur ein continuirliches Spectrum, im zweiten das Bandenspectrum. Die weiteren Arbeiten von Fredenhagen, Reinganum und Wood beschäftigen sich mit der Frage nach der Berechtigung dieser Schlüsse. Reinganum [78] wendet ein, dass die Schichtdicke bei den ersten Versuchen Fredenhagen's zu gross gewesen sei. Das gleiche bemerkt Wood [89]. Dieser fügt noch hinzu, dass Fredenhagen bei seiner Anord-

nung nahezu den schwarzen Korper realisirt habe, und ferner, dass es ihm selbst gelungen sei, das Gluhspectrum mit so grosser Auflosung zu photographiren, dass man die Banden in die einzelnen Linien auflosen kann Dabei ergiebt sich, dass die dunklen Linien des Absorptionsspectrums mit den hellen des Gluhspectrums coincidiren Friedenhagen halt jedoch an seiner Auffassung fest Zu einer Discussion dieser Frage ist hier nicht der Ort

Goldstein endlich [82] findet in einer ersten Arbeit, dass durch kraftige condensirte Entladungen auch das Jodspectrum wie andere Spectra ganzlich verandert werden konne Genauere Mittheilungen uber diese Aenderungen stehen noch aus In einer zweiten Arbeit [84] findet er, dass man in Vacuumrohren aus dem Glase der Rohren das Jodspectrum erhalten kann oder auch, wenn man Jodide in die Rohren einfuhrt und condensirte Einladungen hindurchgehen lasst

1 Linienspectrum.

Man erhalt das Linienspectrum des Jods in Funken bei Atmospharendruck, in Vacuumrohren mit oder ohne Condensator, in Funken nach geschmolzenen Salzen und in Vacuumrohren mit Jodiden der Alcalien oder Erdalcalien

Bei Atmotspharendruck besteht die Funkenbahn aus der eigentlichen Bahn, die grun gefarbt ist und das Linienspectrum aussendet, und einer röthlichen Aureole, die das Bandenspectrum giebt (vergl II) Die Linien sind alsdann sehr diffus

Nahezu das gleiche Spectrum erhält man durch Funken nach geschmolzenen Salzen

In Vacuumrohren verhalt sich Jod analog wie Brom oder Chlor. Steigt die Stromdichte oder der Druck uber eine gewisse Grenze, so erhalt man bei Verwendung eines Inductoriums stets das Linienspectrum Je hoher der Druck ist, umsomehr verbreitern sich die Linien Die Verbreiterung betrifft die einzelnen Linien in verschiedenem Maasse Gleichzeitig tritt continuirliche Emission auf (vergl unter III) Da sich gleichzeitig die Intensitäten der einzelnen Linien andern, so gewinnt das Spectrum bei verschiedenen Drucken ein ganz verschiedenes Aussehen Aus diesem Grunde hat Konen [56] zwei Linienspectra unterschieden Da die Erscheinung jedoch die gleiche ist, wie bei Brom und Chlor spater von Eder und Valenta sowie Galitzin und Wilip (vergl ds Band p 182) nachgewiesen worden ist, und bei den Grenzspectren zahlreiche starke Linien gemeinsam sind, so sind in der folgenden Liste die beiden Spectren nicht getrennt, sondern alle Linien in derselben Weise wie bei Chlor (vergl oben p 304) gemeinsam gegeben

Benutzt man Gleichstromrohren, so tritt das Linienspectrum hauptsächlich in dem negativen Glimmlicht auf In der positiven Saule zeigen sich nur einige Linien in Orange.

Die Herstellung von Jodrohren ist von Salet [25], Goldstein [42], Ebert [47], Konen [56] u a beschrieben worden Platin- und Aluminiumelec-

troden werden bei starkeren Entladungen von Jod angegriffen Daher benutzt Goldstein [82] Rohren mit ausseren Belegen und gut abgestimmten Condensatorentladungen Oder er bringt Salze in die Capillare oder an die Electroden Mit Condensator tritt alsdann das Linienspectrum auf Zum Einfullen des Jods schaltet man zwischen Pumpe und Rohre ein Gefass mit KHO und Silberblatt ein [Konen 56] oder unachtes Blattgold [Matthies 64], um die Joddampfe vom Quecksilber fern zu halten. Man fullt das Jod ein in abgeschmolzenen Rohrchen [Goldstein 42, Ebert 47] oder indem man es aus einem vorher durch Kaltemischung gekuhlten Ansatz nach dem Evacuiren hineinsublimiren lasst Ist die Rohre klein, so genugt die Erwarmung durch die Entladung selbst, um genugende Mengen Jod zu verdampfen Anderenfalls sublimirt das Jod an die kaltesten Stellen, dann muss man die Rohre in eine Heizvorrichtung bringen

Bei hohen Dampfdichten sind die Jodrohren fur das Auge am hellsten Ihr Licht erscheint fast weiss, doch sind die Linien alsdann sehr diffus Bei geringeren Dampfdichten ist die Farbe der Rohren grun Nach Goldstein [82] gehort das Jodspectrum zu den Spectren, welche Gemische von „Grundspectren“ mit Complexspectren sind Genauere Angaben hieruber stehen noch aus Man vergleiche unter „Brom“ p 182

Eine genauere Messung des Jodspectrums fehlt noch Die Zahlen von Konen [56] sind bis auf einige Hundertel gemessen, so dass die erste Decimale sicher ist Messungen oberhalb 5787 und unterhalb 3030 sind uberhaupt noch nicht gemacht Die Zahlen von Plucker und Hittorf sind aus deren Zeichnung des Jodspectrums interpolirt Die Zahlen von Salet und de Gramont sind an einer Scala abgelesen Unter Hagenbach und Konen fuge ich die Zahlen hinzu, die ich an der entsprechenden Photographie des Atlas [71] ablese

Gesetzmassigkeiten sind bisher nicht im Jodspectrum gefunden worden Die Jodlinien fehlen anscheinend auf der Sonne In mancher Hinsicht, wie in Bezug auf den Zeeman-Effect usw ist das Jodspectrum erst unvollkommen untersucht

Plücker u Hittorf 1) (16) Geisslerrohr
6861
25
6757
6690
40
6576
6494
6339
6292

1) interpolirt nach Zeichnung

Plücker u Hittorf[1]) (16) Geisslerrohr	Salet[2]) (44) Funke	de Gramont[3]) (55) Jodide	Konen (56) Geisslerrohr	Hagenbach[4]) u Konen (71) Geisslerrohr	
6257	6257 2	6257 4			
10	10 2	06 4			
6169	—	—			
54	—	—			
31	6125 6	6126 8		6126	9)
6087	—	6085 4		—	10)
73	6078 doppelt	76 6		6074	10)
67	—	—		—	
5956	5952 6	5950 8		5950	11)
20	—	—		—	
5889	—	—		—	
66	—	—		—	
21	—	—		—	
5790	5790 2	5788 4	5787 27 2	-	12)
77	73 4	74 5 4	75 11 6	5775	12)
63	60 2	60 2	60 98 2	61	12)
39	38 6	37 5 4	39 61 6	39	12)
—	—	—	38 70 6	—	
13	11 6	09 4	10 72 8	11	12)
05	—	—	02 24 1	—	
5696	5688 4	5691 2	5691 00 6	5691	
83	73 6	77 5 4	78 29 6	78	12)
49	—	—	43 58 1	—	
32	—	—	—	—	
20	24 6	26 6	25 86 10	26	13)
07	10 2	13 1	13 15 5	—	
—	—	—	03 47 1	—	
00	—	01 2	00 43 4	—	
—	5596 2	5595 2	5598 73 5	5599	
—	—	—	93 32 5	—	
5558	—	53 1	51 78 1	—	
40	—	—	—	—	
—	—	24 1	22 10 4	—	
11	01 2	07 2	04 75 6	05	
5499	—	—	5496 99 10	5497	14)
94	5494 4	5495 4	93 59 5	—	
—	—	—	91 57 6	—	
82	—	—	79 56 2	—	
68	61 8	65 10	64 60 10	64	14)
60	—	—	57 06 1	—	
41	33 4	37 8	37 95 6	—	14)
—	—	—	35 87 8	36	
22	—	—	22 70 2	—	
—	—	—	22 27 2	—	

1) interpolirt nach Zeichnung 2) Funke durch Joddampf, Zahlen nach [44] corrigirt, Intensitäten der Beschreibung angepasst 3) Funke nach geschmolzenem KJ, die Intensitäten sind so gewählt, dass sie der Beschreibung entsprechen 4) Die Zahlen sind an den Photographieen abgelesen 7) Verhalten sich nach Goldstein [82] anders als die übrigen Linien 9) Linie α nach Salet (25) und de Gramont (55) 10) Liniengruppe β. 11) Liniengruppe γ 12) Liniengruppe δ 13) Linie ε 14) Liniengruppe ζ

Plucker u Hittorf 1) (16) Geisslerrohr	Salet 2) (44) Funke		de Gramont 3) (55) Jodide		Konen (56) Geisslerrohr		Hagenbach 4) u Konen (71) Geisslerrohr	
—	—		—		5407 26	6	5407	
5402	5403		5404	8	05 41	10	05	14)
5377	—		—		—		—	
65	5366	?	5369	4	5369 85	8	5370	
—	44	4	43	10	45 27	8	45	15)
39	36	4	36 5	10	38 31	8	38	15)
30	—		—		23 00	5	—	
14	—		—		—		—	
5292	—		—		5299 90	1	—	
62	5265	?	5267	3	69 56	2	—	
—	—		63 5	2	65 30	2	—	
57	—		—		—		5246	7) 16)
35	43	?	44 5	6	45 84	5	—	
—	—		—		29 39	6	—	7)
18	15		15 5	6	16 49	2	—	
—	—		—		14 55	1	—	
00	—		—		—		—	
5176	—		5175 5	1	5185 42	2	—	
66	5162	10	61 5	10	61 36	10	5161	17)
—	—		—		56 74	1	—	
50	—		—		50 17	1	—	8)
38	—		—		—		—	
07	—		06	4	—		—	
02	—		—		—		—	
5065	5065		5065	1	5065 77	5	—	18)
47	—		—		—		—	
28	—		—		—		—	
4990	4975		—		4987 34	1	4987	
72	—		—		—		—	
60	—		—		—		—	
46	—		—		—		—	
22	—		—		—		—	7)
—	—		—		—		67	
4886	4865	3	4864	3	—		64	10)
53	50	2	49 5	3	4850 67	10	4851	19)
38	—		—		—		37	
32	—		—		—		30	
09	—		—		08 41	10	—	
—	03	1	04 5	2	06 86	10	07	
—	4763	1	4765	2	4768 50	2	4769	
—	—		—		65 83	1	66	
—	—		—		64 11	2	64	
—	29	1	31 5	2	30 77	2	31	
—	—		—		08 44	10	—	

1) interpolirt nach Zeichnung 2) Funke durch Joddampf, Zahlen nach [44] corrigirt, Intensitaten der Beschreibung angepasst 3) Funke nach geschmolzenem KJ, die Intensitaten sind so gewählt, dass sie der Beschreibung entsprechen 4) Die Zahlen sind an den Photographieen abgelesen 7) Verhalten sich nach Goldstein [82] anders als die ubrigen Linien 8) Goldstein [82] giebt hier noch eine Linie 512 14) Liniengruppe ζ 15) Liniengruppe η 16) Linie ϑ 17) Linie μ 18) Linie ν 19) Linie ξ

Plucker u Hittorf[1]) (16) Geisslerrohr	Salet[2]) (44) Funke	de Gramont[3]) (55) Jodide	Konen (56) Geisslerrohr	Hagenbach[4]) u Konen (71) Geisslerrohr	
—	4677 3	4676 5 5	4677 13 6	4677 8	20)
—	—	—	75 86 8	76 10	
—	—	—	68 28 1	—	
—	68 3	67 4	66 83 10	67 10	20)
—	—	—	65 86 1	—	
—	—	—	64 11 1	64	
—	—	—	57 60 1	58	
—	—	—	42 26 1	—	
—	40 ?	41 5 4	41 15 6	41	21)
4636	34 ?	31 4	35 02 6	35	21)
—	—	—	33 46 1	—	
—	—	—	32 58 8	32	
—	20	22 4	22 11 6	22	21)
—	—	—	11 46 4	12	
—	—	—	—	05	
—	—	—	00 04 6	01	
—	—	—	4597 05 1	4598	
—	—	—	91 19 5	92	
—	—	—	86 85 1	87	
—	—	—	—	81	
—	—	—	80 13 5	79	
—	—	—	76 82 6	76	
—	—	—	74 44 10	74	
—	—	—	72 97 2	—	
—	—	—	71 68 1	—	
—	—	—	60 99 1	61	
—	—	—	58 16 6	59	
—	—	—	44 26 6	44	
—	—	—	40 94 5	41	
—	—	—	29 32 1	30	
—	—	—	28 29 8	28	
—	—	—	12 80 8	13	
—	—	—	4499 86 1	00	
—	—	—	96 21 1	4497	
—	—	—	95 94 1	96	
—	—	—	88 82 2	89	
—	—	—	87 69 1	—	
—	—	—	81 11 1	81	
—	—	—	76 22 6	76	
—	—	—	73 69 6	74	
—	—	—	64 58 6	65	
—	—	—	63 05 1	63	
—	—	—	58 66 1	59	
—	—	—	56 87 5	57	
—	4456	4453 5 3	53 17 10	53	22)
—	50	49 3	51 39 1	—	22)
—	—	—	49 94 1	—	
4446	—	—	46 96 8	47	

1) interpolirt nach Zeichnung 3) Funke durch Joddampf, Zahlen nach [44] corrigirt, Intensitaten der Beschreibung angepasst 3) Funke nach geschmolzenem KJ, die Intensitaten sind so gewahlt, dass sie der Beschreibung entsprechen 4) Die Zahlen sind an den Photographieen abgelesen 20) Liniengruppe o 21) Gruppe π 22) Gruppe ϱ.

Salet 2) (44) Funke	de Gramont 3) (55) Jodide		Konen (56) Geisslerrohr		Hagenbach u Konen 4) (71) Geisslerrohr	
4410	4439	2	4445 04	8	4445	22)
—	—		42 84	6	43	
—	—		34 43	10	35	
—	—		31 89	1	32	
—	—		28 41	5	29	
—	—		23 98	8	24	
—	—		22 27	2	23	
—	—		17 47	1	—	
—	—		16 95	6	17	
—	—		15 31	1	—	
4410	4411	2	12 62	5	13	
—			10 26	10	09	
—			05 10	1	—	
—			04 60	1	04	
—			03 72	4	—	
4400			4399 15	8	4399	
—			94 83	1	96	
—			88 77	1	—	
—			76 34	6	76	
—			62 62	6	63	
4341			—		48	
			42 25	8	42	
			38 95	2	39	
			35 46	1	35	
			22 92	5	23	
			17 25	1	17	
			—		11	
			4297 72	1	4298	
			96 51	5	—	
			92 14	6	92	
			88 32	1	88	
			82 12	6	82	
			73 75	1	—	
			71 75	1	72	
			—		67	
			63 91	6	64	
			60 32	1	—	
			59 18	6	59	
			51 65	1	—	
			40 81	1	41	
			35 65	6	36	
			25 65	5	26	
			23 54	5	24	6) 23)
			21 24	10	21	
			19 43	2	19	5)

Konen (56) Geisslerrohr		Hagenbach u Konen 4) (71) Geisslerrohr
4174 02	2	4174
70 57	5	71
45 87	2	46
38 14	1	38
36 45	6	36
33 38	6	39
28 85	10	29
26 30	1	26
20 46	1	21
20 15	1	—
16 80	1	17
08 39	2	08
03 22	1	—
03 07	2	03
4093 60	2	4093
70 87	6	71
56 32	2	56
49 96	5	50
44 01	1	44
—		42
36 20	5	36
32 14	5	32
25 16	5	26
17 44	1	—
14 15	1	—
3984 09	6	3984
72 99	1	73
65 89	5	66
63 60	1	—
63 26	1	63
54 28	1	—
50 08	2	50
42 52	1	42
40 22	10	40
38 29	5	38
37 96	1	—
37 37	6	37
31 25	10	31
24 34	1	—
15 35	5	15
12 70	5	13
07 50	2	—
05 95	2	06
01 33	2	—
3897 51	10	3898

2) Funke durch Joddampf, Zahlen nach [44] corrigirt, Intensitäten der Beschreibung angepasst 3) Funke nach geschmolzenem KJ, die Intensitäten sind so gewahlt, dass sie der Beschreibung entsprechen 4) Die Zahlen sind an den Photographieen abgelesen 5) Bei Plücker und Hittorf 4215 6) Bei Salet 422, bei de Gramont 4224 5, Intens 4 22) Gruppe ϱ 23) Gruppe σ

Konen (56) Geisslerrohr		Hagenbach u Konen[4] (71) Geisslerrohr
3893 19	1	3894
77 40	2	78
75 94	5	76
72 15	1	—
51 04	2	51
—		44
43 17	2	43
41 21	2	41
38 47	2	38
33 82	2	34
21 62	8	22
08 36	10	08
03 70	2	04
01 69	1	—
00 07	5	00
3793 72	1	3793
89 55	1	—
81 81	2	82
79 54	1	—
79 19	5	79
74 04	2	74
71 19	4	—
54 76	5	55
42 38	3	—
42 03	8	42
34 54	2	—
31 23	1	—
27 44	1	—
25 02	8	26
16 52	1	—
11 66	6	12
10 16	1	—
09 70	5	09
02 29	1	02
3696 56	1	—
95 92	1	—
92 49	1	—
88 48	8	3688
86 79	8	87
78 90	2	79
61 99	6	62
57 34	2	57
51 05	1	—
38 01	2	38
27 72	1	—
27 00	1	—
16 10	1	—
14 02	2	14
07 76	2	08

Konen (56) Geisslerrohr		Hagenbach u Konen[4] (71) Geisslerrohr
3603 27	1	—
00 88	1	—
00 71	1	3601
00 48	1	—
3583 46	8	3584
75 94	1	—
73 78	2	—
71 82	1	—
61 47	1	—
61 32	8	62
58 26	2	—
52 51	4	—
52 24	1	—
47 07	5	47
41 84	1	—
36 29	1	—
36 15	1	—
33 66	1	—
27 12	5	27
26 55	2	—
21 90	1	—
16 75	1	—
16 17	2	16
12 82	6	13
12 34	5	—
11 64	1	—
3499 22	1	—
98 15	8	3499
84.10	1	—
81 97	8	82
74 21	1	—
61 16	8	62
47 81	1	—
35 16	2	—
28 00	1	—
26 58	2	—
25 09	2	—
23 12	1	—
16 09	1	—
14 03	5	14
10 17	2	—
01 61	2	—
3384 08	1	—
82 02	2	—
81 22	2	—
77 78	1	—
74 82	5	—
60 16	1	—
55 79	2	—

Konen (56) Geisslerrohr		Hagenbach u Konen[4] (71) Geisslerrohr
3354 71	2	—
50 26	8	3350
42 63	8	43
41 40	2	—
26 58	1	—
23 65	1	—
21 74	1	—
18 24	1	—
03 17	10	03
02 55	2	—
00 63	3	01
3295 88	1	—
90 79	1	—
89 01	4	—
88 44	10	3288
76 60	1	77
75 11	10	75
73 77	2	—
73 43	1	—
66 91	1	—
60 82	1	—
56 58	4	57
53 95	2	54
44 41	1	—
39 36	1	—
38 86	1	—
35 78	2	36
30 59	5	31
30 06	5	—
25 06	2	26
21 73	1	—
13 76	1	—
10 63	1	—
09 71	2	—
00 56	1	01
3195 23	1	—
94 11	8	3195
89 85	1	—
86 28	1	—
81 81	6	82
75 29	6	—
73 36	1	—
69 83	1	—
61 07	1	—
58 82	1	—
57 34	2	—
54 48	2	55
54 16	6	—
52 30	1	—

4) Die Zahlen sind an den Photographieen abgelesen

Konen (56) Geisslerrohr		Hagenbach u. Konen [4]) (71) Geisslerrohr
3149,83	6	3150
39,91	6	40
36,71	2	37
30,58	1	—
17,85	4	18
16,69	2	17
13,27	1	3114
06,73	1	—
03,84	1	—
02,69	1	—
3091,68	5	3094
90,11	1	—
88,35	1	89
83,00	5	3083
81,81	5	82
78,91	5	79
78,00	6	78
74,00	1	75
73,65	1	74
72,55	1	—
69,47	2	69
68,37	1	68
64,11	1	65
55,35	5	3055
—		43
38,56	5	39
33,42	1	34
30,53	1	31

Hagenbach u. Konen [4]) (71) Geisslerrohr
3023
21
16
14
01
2994
93
92
89
87
84
78
74
71
58
56
50
32
17
07
2888
86
84
79
74
70
66
48

Hagenbach u. Konen [4]) (71) Geisslerrohr
2837
34
26
11
10
02
2790
73
61
31
14
2699
90
76
16
12
2594
90
88
86
84
69
68
65
2496
66

II. Bandenspectrum.

Das Bandenspectrum des Jods tritt auf in Vacuumröhren, in Funken, bei Erregung des Dampfes durch Licht geeigneter Wellenlänge, bei Erhitzen des Joddampfes in geschlossenen Gefässen, sowie in Flammen.

In Vacuumröhren tritt das Bandenspectrum auf, wenn man weite Röhren benutzt und uncondensirte schwache Entladungen oder electrische Wechselfelder zur Erregung verwendet. Bei Benutzung von Gleichstrom zeigt die positive Säule das Bandenspectrum, neben einigen Linien des Linienspectrums. Das negative Glimmlicht zeigt das Linienspectrum [Liveing 61].

Auch die Kathodoluminescenz liefert ein Bandenspectrum, das mit dem hier genannten identisch ist, wenn es, wie Matthies angiebt [64], dem Fluorescenzspectrum entspricht.

Man erhält das Bandenspectrum bei Benutzung eines Inductoriums nur bei schwachen Stromdichten und geringen Dampfdrucken. Steigen die Stromdichte oder Dampfdichte über eine gewisse Grenze, so tritt das Linienspectrum

4) Die Zahlen sind an den Photographieen abgelesen.

an die Stelle des Bandenspectrums. Bei grossen Dampfdichten ist die fadenförmige Entladung von einer Aureole umgeben, die das Bandenspectrum zeigt. Das Gleiche findet statt, wenn man Funken durch eine Jodatmosphäre schlagen lässt.

Bei Verwendung von Gleichstrom erhält man bis zu mehreren Millimetern Druck das Bandenspectrum in der positiven Säule.

Ueber die Erregung des Bandenspectrums durch Fluorescenz vergl. das Handb. Bd. IV p. 915.

Emission Absorption

Konen (56) Geisslerrohr	Bem.	Hasselberg (46)	Bem.
6191	Kante	6191	Kante
6150	Kante	6149.1	Kante
6112	Kante	6111.3	Kante
6031	Kante	6030.99	Kante
5992	Kante	5992.3	Kante
5951	Linie + Bande	5955	Kante
5918	Kante	5917.8	Kante
5882	Kante	5881.2	Kante
5850	Einzellinie	5850.5	Starkes Triplet
—		5850.2	
—		5849.9	
5850	Linienartiges	5818	Dunkle Bande
—	Maximum	5817	
5881—5655	7 Banden	—	
5810	Kante	5811.7	Kante
5655	Kante	5654.7	Kante
5572	Linie	5572.5	Absorptionsstreif
5559	Kante	5559.6	Kante
5547	Linie	5546.07	Linien
—		5547.9	
5533	Kante	5532.9	Kante
5522	Linie	5522.3	Linie +
—		5521.8	Absorptionsstreif
5505	Kante	5506.8	Kante

Zur Erzeugung des Bandenspectrums durch Temperatursteigerung erhitzt man Jod in Röhren aus geschmolzenem Quarz oder Jenenser Glas.

Das Bandenspectrum ist oft beschrieben, aber noch nicht eingehend untersucht worden. Es besteht aus zwei getrennten Theilen von verschiedenem Verhalten, so dass Konen [56] zwei Bandenspectren unterscheidet. Der eine Theil ist auch bei stärkerer auflösender Kraft continuirlich, er liegt im Blau und Ultraviolett und besitzt mehrere diffuse Maxima bei 3300, 4270, 4520, 4760.

Der zweite Theil liegt etwa im Bereiche 5200—6500, dehnt sich je nach der Dampfdichte u. s. w. weiter aus und ist, wie Konen [56], Puccianti [76], Wood [75] u. A. nachweisen, im Grossen und Ganzen in seiner Zusammensetzung unabhängig von der Erregungsmethode. Inwieweit das im Einzelnen zutrifft, ist noch nicht untersucht.

Dieser zweite Theil des Bandenspectrums besteht aus Banden, die von kürzeren nach längeren Wellen abschattirt sind und den Banden des Absorptionsspectrums (vergl. Tafeln von Hasselberg [46]) entsprechen. Qualitativ trifft dies jedenfalls zu. Ob die Uebereinstimmung sich bis auf die einzelnen Linien erstreckt und auch die die Absorptionslinien begleitenden continuirlichen Absorptionsbanden einschliesst, ist noch nicht entschieden. Konen [56] giebt angenäherte Messungen der Wellenlängen einiger Kanten und Liniengruppen aus dem Bandenspectrum. Die Zahlen folgen, zusammengestellt mit den entsprechenden Zahlen aus dem Absorptionsspectrum nach Hasselberg [46]. (Siehe Tabelle auf voriger Seite.) Die Intensitätsvertheilung innerhalb des Emissionsbandenspectrums entspricht nicht der Intensitätsvertheilung in dem Absorptionsspectrum bei zahlreichen untersuchten Dichten.

Neben dem genannten Bandenspectrum besitzt der Joddampf ein zweites, das man erhält, wenn man Joddampf verbrennendem Wasserstoff, Schwefelkohlenstoff, Aether, Alcohol oder Kohlenoxyd beimischt. Es tritt hier neben dem erstgenannten Bandenspectrum auf und zwar hauptsächlich im Saume der Flammen, während jenes in der Spitze sich zeigt. Es besteht aus diffusen, relativ weit auseinander liegenden Banden, deren Maxima nach Salet [25] und Konen [56] sind: 5850, 5520, 5310, 5130, 5000, 4960, 4850, 4710, 4600.

Das Spectrum gehört wahrscheinlich einer Jodverbindung an. Nach Salet [25] ist dies Jodwasserstoff, da dieser sich in der Flamme nachweisen lässt.

Endlich tritt in Geisslerröhren neben dem Linienspectrum eine Bande im Bereich 3430—3340 auf, deren Natur und Zugehörigkeit nicht ermittelt ist [Konen 56].

III. Continuirliches Spectrum.

Nach Liveing [61] besitzt Jod in der positiven Säule ein continuirliches Spectrum, das jedoch mit dem Bandenspectrum identisch sein dürfte. Das Gleiche gilt vielleicht auch von den von Evershed [53] und Fredenhagen [74] beobachteten continuirlichen Spectren, da der combinirte Einfluss der Bandenemission und Absorption bei Vergrösserung der Schichtdicke dahin wirkt, das Spectrum continuirlich erscheinen zu lassen.

Bei sehr hohen Dampf- und Stromdichten sendet Jod wie die anderen Haloide in Geisslerröhren neben Linien ein continuirliches Spectrum aus. Es ist wahrscheinlich, doch unentschieden, ob dieses etwas mit dem Bandenspectrum zu thun hat.

IV. Verbindungsspectra.

Neben dem bereits unter II genannten Bandenspectrum in Flammen sind zahlreiche Verbindungsspectra des Jods bekannt. Man sehe die betreffenden Metalle. Ueber Emissionsspectra von Verbindungen mit Metalloiden ist nichts bekannt. Ebensowenig sind Regeln gefunden, welche für den Bau der Spectra verschiedener Jodide gelten. Man vergl. besonders [66].

INCOGNITUM.

Crookes[1]) erhalt von Fractionen aus Gd ein Kathodophosphorescenzspectrum, welches drei Bander bei 3852, 3819, 3760 zeigt Er nimmt an, dass sie einem neuen, im ubrigen vollig unbekannten Elemente angehoren, welches er Incognitum nennt Urbain[2]) zeigt, dass diese Bander von Tb herruhren, wenn etwa 2 Proc davon mit reinem Gd gemischt werden, sind die Bander am hellsten, deren Wellenlange er zu 385, 381, 3765 bestimmt

Man vergleiche Band IV p 792 ff

1) Sir W Crookes, On some phosphorescent spectra, indicating the existence of new elements Chem News **92** p 273—274 (1905)

2) G Urbain, Sur la nature de quelques elements et meta-elements phosphorescents de Sir W Crookes C R **145** p 1335—1337 (1907) — Siehe auch Ann chim et phys [8] **18** p 222—376 (1909)

INDIUM (In = 114 8)

Literatur

[1] F Reich und Th Richter, Ueber das Indium J f pract Chem **90** p 172—176 (1863) Entdeckung, erste Messung von 2 Linien

[2] A Schrotter, Beitrage zur Kenntniss des Indiums Wien Anz 1865, II, p 139 bis 140 (1865) J f. pract Chem **95** p 441—444 (1865) Messung von 2 Linien

[3] J Müller, Wellenlange der blauen Indiumlinie Pogg Ann **124** p 637—638 (1865)

[4] Cl Winkler, Beiträge zur Kenntniss des Indiums J f pract Chem **102** p 273 bis 297 (1867) Sieht 4 Linien

[4a] E Cappel, Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Empfindlichkeit der Spectralreactionen Pogg Ann **139** p 628—639 (1870)

[5] R Thalen, Mémoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies métalliques Nova acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868) Funkenspectrum

[6] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux Paris 1874 Flamme und Funke

[7] J N Lockyer and W Chandler Roberts, On the absorption-spectra of metals volatilized by the oxyhydrogen flame Proc Roy Soc **23** p 344—349 (1875)

[8] A W Clayden and Ch T Heycock, The spectra of indium Phil Mag (5) **2** p 287—289 (1876) Funkenspectrum

[9] Rand Capron, Photographed spectra, 1877

[10] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours Proc Roy Soc **27** p 132—136 (1878) Umkehrung

[11] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours Proc Roy Soc **28** p 367—372 (1879) Umkehrung

[12] J L Schönn, Ueber ultraviolette Strahlen Wiedem Ann **9** p 483—492, **10** p. 143—148 (1880) Ultraviolette Linien

[13] W N Hartley, Note on certain photographs of the ultra-violet spectra of elementary bodies J chem soc **41** p 84—90 (1882). Photographieen

[14] W N Hartley, Photographs of the spark spectra of twenty one elementary substances (1881) Trans Roy Dublin Soc (2) **1** p 231—238 (1883)

[15] W N Hartley, Researches on spectrum photography in relation to new methods of quantitative chemical analysis Phil Trans **175**, I p 49—62 (1884) Funke nach Lösung

[16] W N Hartley and W E Adeney, Measurements of the wave-lengths of lines of high refrangibility in the spectra of elementary substances Phil Trans **175**, I p 63—137 (1884) Funkenspectrum, Messung

[17] H Kayser und C Runge, Ueber die Spectren der Elemente 6 Abschnitt Ueber die Spectren von Aluminium, Indium, Thallium Abhandl Berlin Akad 1892, Wiedem Ann **48** p 126—149 (1893) Bogenspectrum, Serien

[18] E Demarçay, Spectres électriques Paris 1895 Funke nach Lösung

[19] J F Mohler, The effect of pressure on wave-length. Astrophys J **4** p 175—181 (1896) Druckverschiebung

[20] W J Humphreys, Changes in the wave-frequencies of the lines of emission spectra Astrophys J **6** p 169—232 (1897) Druckverschiebung

[21] F Exner und E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **108**, IIa p 1071—1121 (1899)

[22] W N Hartley and H Ramage, Banded flame-spectra of metals Trans Roy Dublin Soc (2) **7** p 339—352 (1901)

[23] F Exner und E Haschek, Tabelle der Funkenspectra Wien 1902

[24] F Exner und E Haschek, Tabelle der Bogenspectra Wien 1904

[25] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectra Jena 1905

[26] P G Nutting, Line stiucture Astrophys J **23** p 64—78 (1906) Structur der Linien

[27] Sir N Lockyer, Tables of wave-lengths of enhanced lines Solar Physics Committee 1906 Verstarkte Linien

[28] J M Eder und E Valenta, Wellenlangenmessungen im rothen Bezirke der Funkenspectren Wien Ber **118**, IIa p 511—524 (1909)

Reich und Richter [1] entdecken die Existenz eines neuen Elementes dadurch, dass bei Flammenreactionen zwei neue blaue Linien auftreten, und nennen danach dasselbe Indium Wahrend sie die Wellenlangen nach der Scala des Kirchhoff-Bunsenschen chemischen Spectroscopes angeben, bestimmt Schroetter [2] sie nach der Kirchhoffschen Scala, Muller [3] macht einen unglucklichen Versuch, die Wellenlange mit Gitter zu ermitteln, er findet 455 $\mu\mu$ Winkler [4] bemerkt, dass noch zwei schwachere violette Linien vorhanden seien, die er aber nicht misst — Cappel [4a] giebt an, durch Funken nach Losung konne man $^1/_{90000}$ In erkennen

Thalén [5] ist der erste, der wirkliche Messungen ausfuhrt und im Funkenspectrum zwischen Metallelectroden drei Linien erhalt, namlich neben den beiden Hauptlinien 4511 und 4101 noch 4531 Lecoq [6] sieht in der Flamme und im Funken nach Metall und Salzlosung nur die beiden Hauptlinien

Lockyer und Roberts [7] beobachten die Umkehr dieser beiden Linien, ebenso spater Liveing und Dewar [10, 11]

Clayden und Heycock [8] finden, dass das Funkenspectrum nicht nur drei, sondern 16 Linien enthalte, welche sie messen

Rand Capron [9] veroffentlicht Photographieen im Bogenspectrum sieht man nur die beiden Hauptlinien, im Funkenspectrum noch einige kurze Linien 470, 425, 407. — Schonn [12] sieht, dass auch ultraviolette Linien vorhanden sind

Hartley [13, 14] photographirt den kurzwelligen Theil des linienreichen Funkenspectrums, giebt dann [16] mit Adeney auch Messungen Ferner untersucht er den Funken nach Losung zum Zweck einer quantitativen Analyse, bei einem Gehalt der Losung von 0,01 Proc sind noch die beiden Linien 3256 und 3039 sichtbar

Kayser und Runge [17] untersuchen zum ersten Mal eingehend das Bogenspectrum und finden zwei Serien von Linienpaaren In der ersten Nebenserie sind nicht je zwei, sondern drei Linien vorhanden

Demarçay [18] findet fur den Funken nach der Chloridlosung die Angaben von Lecoq bestatigt

Mohler [19] untersucht zuerst den Einfluss des Druckes auf das Bogenspectrum die beiden Hauptlinien verschieben sich pro Atmosphare um den

ungewöhnlich hohen Betrag von 0,01 A. Humphreys [20] dagegen findet für diese und andere ultraviolette Linien 0,074 A für 10 Atmosphären.

Exner und Haschek [21, 23] bestimmen den kurzwelligen Theil des Funkenspectrums, später [24] auch denselben Theil des Bogenspectrums. — Hagenbach und Konen [25] geben in ihrem Atlas schöne Abbildungen des Bogen-, Funken- und Flammen-Spectrums. Hier finden sich auch eine ganze Anzahl langwelliger Linien im Funkenspectrum, während in der Flamme nur die beiden Hauptlinien sichtbar sind.

Hartley und Ramage [22] erhalten in der Knallgasflamme ein Bandenspectrum im Ultraviolett.

Nutting [26] untersucht die Structur der blauen Linie, sie sei doppelt bei stärkerem Strom, werde eine einfache unscharfe Linie bei schwächerem Strom, also handelt es sich im ersten Fall wohl um Umkehr. — Lockyer [27] sucht die enhanced lines auf. — Endlich messen Eder und Valenta [28] 3 langwellige Linien des Funkenspectrums.

Linienspectrum.

Rother Theil des Funkenspectrums.

Clayden u. Heycock (8)	Hagenbach u. Konen (25)	Eder u. Valenta (28)	Hartley u. Adeney (16)	
6906 6	—	6891,61 7		
6193 10	—	6197,98 8		
6114 2 u	—	—		
6095 8	6090	6097,26 7		
5922 4 u	—	—		
5905 4 u	—			
5862 2 u	—			
5820 8	5821			
5722 4	—			
5644 8	—			
5250 10	5251			
4680 Band	4681		4681,5	1)
4656 Band	4657		4655,2	1)
4638 Band	4640		4637,0	1)

	Kayser u. Runge (17) Bogen	Exner u. Haschek (24) Bogen	Exner u. Haschek (23) Funke	Hartley u. Adeney (16) Funke	
H. N. I. 3	4511,44 10 R	4511,55 300 R	4511,55 50 r	4510,2	
	—	—	4375,13 2 ?	—	
	—	—	09,82 1 ?	—	
	—	—	—	4253,1	1)
	—	—	4177,69 2 ?	—	

1) Nach Lockyer [27] sind dies enhanced lines. Er giebt dafür die Wellenlängen 4681,8, 4656,4, 4638,8, 4253,7.

	Kayser u Runge (17) Bogen	Exner u Haschek (24) Bogen	Exner u Haschek (23) Funke	Hartley u Adeney (16) Funke	
II N II 3	4101 87 8R	4101 95 200R	4102 01 50r	4101 3	
	—	—	—	4071 6	1)
	—	—	—	63 5	1)
	—	—	—	32 7	1)
	—	—	—	25 6	1)
	—	08 99 1R	—		
	—		—	3852 8	1)
	—	—	—	40 5	1)
	-	—	3835 2 3u	34 7	1)
	—	—	—	3794 8	
	—	—	3774 49 1?	—	
	—	—	10 45 2?	-	
	—	—	3633 27 1?	—	
	—	—	11 20 1?	—	
	—	3610 65 1?	10 60 1?	—	
	—	—	—	3359 5	
	—	3261 20 2?	—	—	
I N I 4	3258 66 6R	58 68 20R	3258 64 3	3257 8	
I N I 4	56 17 10R	56 22 100R	56 22 8R	55 5	
	—	—	—	46 1	
	—	—	—	36 2	
	—	3186 92 1	3187 15 1	3186 2	
	—	—	—	74 1?	
	—	—	—	59 7	
	—	—	—	48 6	
	—	3066 42 1R	—	—	
	—	51 31 1	—	-	
	—	51 19 4	—	—	
	—	—	—	3047 0?	
I N II 4	3039 46 10R	39 46 30R	3039 45 4R	38 7	
	—	—	08 30 10	08 0	
	—	—	2983 01 8	2982 3	
	—	2957 14 2R	—	56 1	
	—	—	41 39 10	40 8	
II N I 4	2932 71 6R	32 75 10	32 73 1	32 3	
	—	—	2890.35 4	2889 8	
	—	2858 30 1	—	57 1	
	—	58 19 1	—	-	
	—	—	—	39 2	
	—	37 01 3R	—	36 0	
	—	—	—	32 1	
	—	2775 46 1	—	—	
II N II 4	2753 97 6R	53 99 3R	2754 03 1	2752 8	
	—	—	—	50 7	
	—	—	—	38 1	
	—	—	—	27 0	
	2010 2U?	—	—	—	

1) Nach Lockyer [27] sind dies enhanced lines Er giebt dafür die Wellenlängen 4072 4, 4062 9, 4032 0, 4024 8, 3853 4, 3843 1, 3835 1

	Kayser und Runge (17) Bogen		Exner und Haschek (24) Bogen		Exner und Haschek (23) Funke		Hartley und Adeney (16) Funke
I N I 5	2714 05	6 R	2714 01	3	2714 1	1	2712 9
I N I 5	10 30	10 R	10 38	10 R	10 39	2 u	09 3
	—		—		—		06 4
	2666 33	2 v?	—		—		—
	—		—		2658 7	1 u?	—
	—		—		—		2631 2
	—		—		—		10 8
	—		—		—		02 5
II N I 5	01 84	6 R	2601 90	3	02 0	1 u	00 2
	—		—		—		2591 0
	—		—		—		86 6
	2572 71	2 r	—		—		—
	65 59	2 u?	—		—		64 7
I N II 5	60 25	8 R	2560 24	10 R	2560 05	1 u	59 5
	—		—		—		54 1
	—		—		—		45 8
	—		—		—		27 1
I N I 6	23 08	4 R	—		—		—
I N I 6	21 45	8 R	21 41	5 R	—		20 9
	—		—		—		2492 7
	—		—		—		85 5
	—		—		—		85 1
	—		—		—		78 3
	2470 65	2?	—		—		70 2
II N I 6	68 09	4 R	2468 20	1	—		68 4
	—		—		—		62 5
	—		—		—		60 8
II N II 5	60 14	6 R	60 24	1	—		60 3
	—		—		—		47 4
	—		—				43 7
	—		—		—		33 6
	—		—		—		31 0
I N I 7	30 8	1 R	—		—		29 0
I N I 7	29 76	1 R	—		—		28 6
	—		—		—		23 2
	—		—		—		22 8
	—		—		—		16 3
	—		—		—		03 5
II N I 7	2399 33	4 R	—		—		2397 6
I N II 6	—		—		—		89 8
	89 64	8 R	—		—		88 0
	—		—		—		85 9
	—		—		—		81 0
I N I 8	79 74	1 R	—		—		—
	—		—		—		70 7
	—		—		—		57 0
II N I 8	57 7	1 R	—		—		55 8
	—		—		—		55 4
	—		—		—		53 8
	—		—		2350 84	1	51 3

	Kayser und Runge (17) Bogen		Exner und Haschek (24) Bogen		Exner und Haschek (23) Funke		Hartley und Adeney (16) Funke
II N II 6	2340.30	6R	2340.35	1u	—		—
	—		—		—		2332.2
I N II 7	06.8	1R	06.17	2	2306.20	5	06.9
	—				—		2289.3
	—				—		87.8
II N II 7	2278.3	1R			—		78.0?
					2265.11	2?	64.4
	—				—		63.8
I N II 8	60.6	1R					—
	—						49.2
	—						45.7
II N II 8	41.6	1R					—
	—						32.2?
	—						31.0?
I N II 9	30.9	1R					—
II N II 9	18.3	1R					20.2?
I N II 10	11.2	1R					12.4?
	—						05.5
II N II 10	00.0	1R					02.2
I N II 11	2197.5	1R					—
	—						2194.0
	—						91.2
I N II 12	87.5	1R					—
I N II 13	80.0	1R					81.0
							55.8
							37.8
							2078.1

Bandenspectrum.

Das Bandenspectrum ist nur von Hartley und Ramage [22] in der Knallgasflamme beobachtet. Die Banden sind nach kurzen Wellen abschattirt. Die Messungen sind:

3978 Kante	3821 unscharfe Linie	3617 unscharfe Linie	3418 Kante
3953 Kante	3808 „ „	3587 Kante	3388 Kante, stark
3902 Kante	3724 Kante	3486 Kante	3323 Kante, stark
3837 Kante	3693 Kante	3447 Linie oder Kante	

Verbindungen.

Spectren von Verbindungen sind unbekannt. Thalen [5] hatte im Funkenspectrum eine Linie bei 4531 gefunden. Clayden und Heycock [8] geben an, diese Linie erscheine nur, wenn man das Chlorid benutze, nicht vom Metall selbst. Es konnte danach so aussehen, als gehore diese Linie zu der Verbindung. Allein Thalén hat das Metall benutzt. In dem Atlas von Hagenbach und Konen [25] sieht man an dieser Stelle eine unscharfe Linie, sie haben das Hydroxyd benutzt. Es konnte danach ein Oxyd-Band sein, wahrscheinlicher ist, dass es sich um eine Verunreinigung oder Luftlinie handelt.

IONIUM

Crookes[1]) erhalt von Fiactionen aus Gd im Kathodophosphorescenzspectrum unbekannte Bander, von welchen er drei 4423, 4374, 4354 einem im ubrigen unbekannten Element Ionium zuschreibt — Urbain[2]) findet, dass diese Bander, welche er zu 442, 437, 4355 misst, von Tb in Gd gelost stammen Sie treten stark nur bei einem bestimmten Gehalt an Tb auf, am besten bei 0 5 bis 1 Proc

1) Sir W Crookes, On some phosphorescent spectra, indicating the existence of new elements Chem News **92** p 273—274 (1905)

2) G Urbain, Sur la nature de quelques éléments et meta-éléments phosphorescents de Sir W Crookes C R **145** p 1335—1337 (1907) — Siehe auch Ann chim et phys [8] **18** p 222—376 (1909)

IRIDIUM (Ir = 193.1)

Literatur

[1] G. Kirchhoff, Untersuchungen über das Sonnenspectrum und die Spectren der chemischen Elemente. Abhandl. Berlin Akad. 1861 p. 63—95, 1863 p. 227—240. Funkenspectrum.

[2] W. A. Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark. Phil. Trans. **152**, II p. 861—887 (1862). Funke, Ultraviolett.

[3] R. Thalén, Mémoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies métalliques. Nova acta reg. soc. sc. Upsal. (3) **6** (1868). Funke.

[4] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux. Paris 1875. Funke.

[5] Rand Capron, Photographed spectra. London 1877. Bogen.

[6] J. N. Lockyer, Researches in spectrum analysis in connexion with the spectrum of the sun. Phil. Trans. **172**, III p. 561—576 (1881). Bogen.

[7] W. N. Hartley, Researches on spectrum photography in relation to new methods of quantitative chemical analysis. Phil. Trans. **175**, I p. 49—62 (1884). Funke.

[8] Fr. Mc Clean, Parallel photographs of the sun, of iron, and of iridium from the line (H) to the line (D). Monthly Not. Roy. Astr. Soc. **49** p. 386—388 (1889). Atlas von Funkenspectrum.

[9] Fr. Mc Clean, Comparative photographic spectra of the sun and the metals. Monthly Not. Roy. Astr. Soc. **52** p. 22—23 (1891). Atlas, Funkenspectrum von 575—380 $\mu\mu$.

[10] W. N. Hartley, Flame spectra at high temperatures. I. Oxy-hydrogen blowpipe spectra. Phil. Trans. **185** A p. 161—212 (1894). Knallgasflamme.

[11] E. Demarçay, Spectres électriques. Paris 1895. Funke nach Lösung.

[12] F. Exner und E. Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Metalle. Wien. Ber. **104**, IIa p. 909—962 (1895), **105**, IIa p. 503—573 (1896), **106**, IIa p. 35—53 (1897). Funkenspectrum.

[13] H. Kayser, Ueber die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe. Abhandl. Berlin Akad. 1897. Astrophys. J. **7** p. 93—113, 173—197 (1898).

[14] W. N. Hartley and H. Ramage, Banded flame spectra of metals. Trans. Roy. Dublin Soc. (2) **7** p. 339—352 (1901). Knallgasflamme.

[15] W. E. Adeney, Photographs of spark spectra from the large Rowland spectrometer. Trans. Roy. Dublin Soc. (2) **7** p. 331—338 (1901). Funkenspectrum.

[16] F. Exner und E. Haschek, Tabelle der Funkenspectra. Wien 1902.

[17] O. Lohse, Funkenspectra einiger Metalle. Publ. Astrophys. Obs. Potsdam **12** p. 109—208 (1902).

[18] W. von Bolton, Ueber electrodisches Leuchten und eine neue spectroscopische Methode. Zs. f. Electrochem. **9** p. 913—922 (1903). Leuchten bei Electrolyse.

[19] F. Exner und E. Haschek, Tabelle der Bogenspectra. Wien 1904.

[20] A. Hagenbach und H. Konen, Atlas der Emissionsspectra. Jena 1905. Funke und Bogen.

[21] J. E. Purvis, The influence of very strong electromagnetic fields on the spark spectra of vanadium and platinum and iridium. Trans. Cambridge Phil. Soc. **20** p. 193—214 (1906). Zeeman-Effect.

Kirchhoff [1] giebt als erster drei Linien des Funkens, über deren Zugehörigkeit er aber nicht sicher ist, es könne auch Ruthenium sein. Thalén [3] erhält beim Funken keine messbaren Linien. Auch Lecoq [4] sagt, wenn man für Funken nach Lösungen eine Iridiumelectrode benutze, erhalte man keine Linien. — Hartley [7] dagegen findet bei demselben Versuch im Ultraviolett 180 Linien. Auch Miller [2] giebt schon ein ultraviolettes Funkenspectrum, wobei man freilich aus der kleinen Zeichnung nicht entnehmen kann, ob er irgend welche Ir-Linien erhalten hat.

Rand Capron [5] veröffentlicht eine kleine Photographie eines Stückes des Bogenspectrums, welches zeigt, dass dasselbe sehr linienreich ist. Lockyer [6] misst als erster Bogenlinien in dem Bereich 400—390 $\mu\mu$.

Mc Clean [8, 9] hat Atlanten des Funkenspectrums veröffentlicht, die aber recht unscharf sind, so dass Wellenlängen sich trotz des grossen Maassstabes nur sehr ungenau ablesen lassen. — Demarçay [11] theilt mit, der Funke nach einer Lösung des Fluorides gebe ein sehr linienreiches Spectrum. — Exner und Haschek [12, 16] messen das kurzwellige Funkenspectrum, später auch das Bogenspectrum [19].

Kayser untersucht mit sehr reinen Präparaten von Bettendorff die Bogenspectra der sechs Elemente der Platingruppe. — Adeney [15] veröffentlicht wieder einen Atlas des Funkenspectrums, aufgenommen mit grossem Rowlandgitter, aber auch hier kann man nur wenig genau ablesen, wenn auch besser als bei Mc Clean. Dann misst noch Lohse [17] ein Stück des Funkenspectrums. Hagenbach und Konen [20] geben in ihrem Atlas Abbildungen des Funken- und Bogen-Spectrums.

In der Knallgasflamme hat zuerst Hartley [10] untersucht. Er findet, dass Theile des Metalls verdampfen, erhält auch im Spectrum Linien, aber bei zwei Versuchen verschiedene; es bleibt danach zweifelhaft, wozu die Linien gehören. — Später veröffentlichen Hartley und Ramage [14] eine Photographie, welche zahlreiche Linien und nach längeren Wellen abschattirte Banden zeigt. Messungen werden nicht gegeben.

v. Bolton [18] erhält bei starker Electrolyse Licht an der Kathode, welches Linien giebt.

Endlich hat Purvis [21] an einigen Linien den Zeeman-Effect beobachtet.

In der folgenden Tabelle führe ich nur die Messungen von Kayser und von Exner und Haschek an, lasse die von Lohse fort. Die Spectren sind äusserst linienreich. Kayser giebt im Bogenspectrum zwischen 5894 und 2321 fast 1200 Linien, Exner und Haschek 732 Linien zwischen 4616 und 2242, im Funkenspectrum 1380 Linien zwischen 4570 und 2126. Ich lasse wieder zur Verkürzung der Tabellen alle schwächsten Linien fort, nämlich bei Kayser, der die Intensitäten von 0 bis 6 schätzt, die Linien 0, bei Exner und Haschek die mit 1 bezeichneten Linien.

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		Exner und Haschek (16) Funke	
5894 324	2				
5625 772	3				
20 266	1				
5469 648	1				
54 724	2				
49 716	4				
5364 507	2				
57 081	0				
40 932	1				
5239 091	1				
5178 128	1				
5002 874	1				
4999 898	2				
38 225	1				
4840 934	2				
09 636	2				
4795 827	3				
78 330	4				
58 107	2				
56 613	4				
32 014	1				
29 005	4				
09 034	2				
4669 130	2				
56 329	4				
40 231	2				
16 549	6	4616 55	2		
04 629	3	—			
4570 183	2	—		4570 20	1
68 246	4	4568 30	1	68 25	1
50 941	2	—		50 97	1
48 645	4	48 64	1	48 70	2
45 837	4	45 84	1	45 87	2
38 819	1	—		38 90	1
33 003	2	—		33 04	1
4496 200	1	—		4496 24	1
95 525	3	4495 52	1	95 55	2
92 333	1	—		92 33	1
91 523	2	—		91 5	1
78 649	4	78 65	2	78 61	3
52 987	1	—		52 99	1
50 346	2	50 41	1	50 39	1
26 459	6	26 45	3	26 47	4
22 121	1	—		22 2	1
11 344	2	—		11 40	1
03 952	4	03 98	2	04 01	3
4399 645	6	4399 68	5	4399 72	10r
92 758	3	92 80	1	92 81	1
77 175	3	—		77 20	2

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		Exner und Haschek (16) Funke		
4362 289	1	—		4362 30	1	
52 720	2	—		52 77	1	
51 462	1	—		—		
16 456	1	—		—		
11 669	5	4311 68	4	11 70	4	
10 750	4	10 76	2	10 80	3	
01 776	4	01 79	2	01 81	3	
00 802	1	—		00 88	1	
4286 776	2	4286 79	1	4286 82	1	
68 251	4	68 25	5	68 28	5	
66 202	1	—		-		
65 450	2	65 47	1	65 49	1	
61 408	2	—		—		
59 280	4	59 26	3	59 30	2	
57 528	2	—		57 65	1	
20 950	2	—		20 97	1	
18 428	1	—		18 44	1	
17 908	2	—		17 90	1	
12 383	2	12 25	1	—		
00 031	2	00 07	2	—		
—		—		4183 35	2	
4182 626	1	4182 62	1	82 65	2	
72 736	1	72 81	2	72 77	3	
66 224	3	66 22	3	66 25	3	
—		—		39 20	2	
—		—		33 15	2	
—		—		17 33	2	
15 957	4	15 95	2	15 92	5	
—		—		08 55	2	
—		—		08 37	2	
—		—		00 27	2	
4092 767	3	4092 97	2	4192 75	4	
82 542	1	—		82 51	1	
80 737	2	80 75	2	80 73	1	
75 774	2	75 76	2	75 9	2	
72 532	2	—		72 50	2	
70 822	3	70 88	1	70 82	3	
70 067	4	70 10	3	70 07	8	1)
59 377	2	59 43	1	59 39	2	
56 620	2	56 65	1	56 60	2	
51 071	2	—		—		
—		—		41 56	3	
40 578	1	40 24	2	40 25	3	
40 224	4	—				
33.923	4	33 91	3	33 92	4	
—		—		25 55	2	
20 194	5	20 20	3	20 20	8r	
—		—		09 95	2	
05 717	1	—		05 76	1	

1) Von Purvis [21] auf Zeeman-Effect untersucht

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		(16) Funke		
4005 164	1	4005 19	1	4005 17	1	
3992 277	6	3992 30	4	3992 30	6	
89 575	2	—		89 60	1	
87 963	2	—		87 98	1	
—		—		86 53	2	
85 003	2	—		—		
76 466	5	76 49	5	76 49	10	
—		—		69 31	3	
—		—		66 24	2	
62 926	2	—		—		
52 099	2	52 14	1	52 10	4	
48 459	1	48 47	1	48 45	1	
46 420	4	46 40	2	46 40	3	
44 534	1	44 52	1	44 52	2	
35 005	4	34 99	3	35 00	1	
34 063	2u	—		34 03	3	
24 573	1	24 55	1	24 56	1	
23 634	2	23 63	1	—		
15 538	4	15 53	3	15 52	6	
15 055	2	15 06	1	15 06	1	
—		—		02 99	3	
02 807	2	02 78	2	02 81	3	
02 632	3	02 65	4	02 69	4	
—		—		3895 72	8	
—		3873 28	2?	73 75	2	
—		—		73 30	2	
—		65 75	3	65 79	3	
—		—		62 10	2	
—		—		56 85	2	
—		—		56 20	2	
—		—		30 49	2	
—		25 2	2u	25 21	1	
—		—		24 70	2	
—		—		23 54	2	
3817 385	0	17 40	3	17 39	4	
—		—		15 65	2	
—		05 44	2	—		1)
00 243	2	00 25	10	00 25	10	
—		3799 65	2	—		
3799 047	2	99 05	3	—		
94 211	0	94 20	1	3794 23	3	
—		93 95	2	93 95	3	
—		—		71 75	2	
—		70 89	1	70 86	2	
68 817	2	68 83	1	68 81	2	
—		—		62 06	2	
50 539	2	50 55	1	—		
—		—		50 05	2	
47 352	4	47 36	5	47 36	6	

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		(16) Funke		
3742 948	1	3742 44	2	3643 04	2	
38 682	2	38 66	2	38 68	3	
34 900	1	34 90	3	34 93	6	
31 504	4	31 51	2	31 49	8	
—		30 58	3	30 56	2	
—		28 16	5	28 17	3	
—		27 05	4	27 03	2	
25 536	3	25 55	2	25 53	4	
22 904	3	—		22 89	2	
—		-		22 58	3	
21 628	1	—		21 61	1	
12 630	3	12 66	2	12 61	3	
07 147	3	07 17	1	07 13	2	
01 107	2	—		—		
3698 261	2	3698 25	2	3698 24	2	
96 308	2	96 27	1	96 25	1	
92 851	3	92 85	2	92 85	2	
—		—		92 34	2	
89 476	0	—		89 42	4	
88 321	1	—		88 20	1	
		87 24	2	87 21	1	
—		—		84 50	2	
75 160	4	75 15	5	75 13	4	
64 780	4	64 77	5	64 87	3	
61 867	5	61 86	5	61 89	3	
61 527	2	61 52	2	—		1)
53 358	1	—		53 35	6	
47 857	1	47 85	2	47 91	1	
45 468	1	45 47	1	45 45	1u	
41 037	1	41 03	3	41 06	1	
36 370	4	36 36	8	36 38	3	
—		—		35 65	2	
29 911	3	29 91	3	29 94	2	
—		—		29 70	2	
29 317	2	29 31	2	29 33	1	1)
28 843	5	28 84	10	28 86	5	
26 460	4	26 44	5	26 45	3	
25 872	3	25 87	3	25 87	2	
23 976	1	23 95	3	23 99	1	
19 326	2	19 30	2	19 34	1	
17 378	4	17 37	8	17 40	4	
09 933	4	09 91	8	09 93	3	1)
05 958	2	05 99	3	06 01	10r	
01 568	4	01 56	4	01 60	2	
3598 936	4	3598 91	3	3598 95	2	1)
94 557	4	94 56	5	94 58	4	
94 308	2	94 30	3	94 32	2	
—		—		83 56	2	1)
73 888	3	73 89	10	73 90	8	

1) Von Purvis [21] auf Zeeman-Effect untersucht

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		Exner und Haschek (16) Funke		
3568 156	1	3568 15	2	3568 16	1	
—		—		66 60	2	
59 160	3	59 15	8	59 19	3	
57 325	3	57 35	5	57 34	3	
52 223	2	52 27	2	52 25	1	
—		—		35 99	3	
22 191	2	22 21	10	22 21	4	1)
16 110	2	16 11	10	16 10	3	
13 807	4	13 82	15	13 85	8	
12 356	2	12 36	3	12 40	2	
12 054	1	12 04	3	12 08	2	
10 793	2	10 80	3	10 85	2	
08 731	1	08 71	1	08 75	1	
03 088	2	03 09	2	03 10	1	
3499 272	1	99 25	2	—		
96 580	1	96 59	1	—		
94 787	3	94 79	3	3494 80	1	
88 727	2	88 73	3	88 75	2	
85 660	3	85 68	3	85 68	2	
84 649	4	84 66	4	84 67	2	
84 256	2	84 26	3	84 26	2	
82 760	3	82 78	4	82 80	2	
81 254	1	81 26	3	81 28	1	
77 930	1	—		—		
76 611	3	76 60	3	76 64	2	
—		69 79	2	—		
68 749	2	68 75	2	68 75	1	
65 390	4	65 39	3	65 40	1	
—		58 10	2	—		
55 949	2	55 95	1	56 0	1	
50 916	1	50 93	1	—		
49 133	6	49 13	10	49 12	4	
46 793	2	46 79	2	46 81	1	
46 476	4	46 49	2	46 47	2	
38 244	2	38 21	1	—		
37 670	4	37 65	4	37 65	3	
37 189	6	37 20	10	37 19	4	
34 915	2	—		35 03	3	
33 475	2	3433 46	2	33 4	1	
31 476	1	31 45	1	—		
30 197	2	30 20	1	—		
29 026	2	29 01	1	—		
—		28 47	3	28 47	1	
25 526	1	25 50	1	—		
24 854	4	24 85	3	24 89	1	
21 923	2	21 93	2	21 95	1	
20 646	2	20 64	3	20 67	1	
19 592	4	19 57	3	19 59	2	
13 906	2	15 87	1	15 9	1	

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		Exner und Haschek (16) Funke	
3415 408	3	3415 39	2	3415 39	1
12 762	2	12 75	2	12 78	1
11 730	2	11 72	2	11 74	1
10 180	2	10 19	1	10 20	1
09 931	2	09 91	1	—	
02 962	2	02 95	2	02 98	1
02 182	2	02 17	2	02 21	1
01 927	4	01 92	3	01 95	1
3395 129	3	3395 14	3	3395 16	1
—		—		92 65	2
91 032	1	91 05	1	—	
89 473	1	—		—	
88 158	2	88 15	1	—	
88 023	1	88 05	1	—	
86 330	2	86 34	3	86 36	1
85 752	2	85 76	1	85 69	1
85 272	2	85 27	1	—	
81 151	3	81 18	3	81 20	1
79 993	2	80 01	1	80 01	1
74 597	2	74 61	1	—	
72 958	1	72 96	1	72 84	2
71 594	4	71 60	4	71 65	2
70 785	2	70 78	3	70 83	1
68 640	6	68 64	10	68 67	3
67 210	2	67 21	2	67 15	1
67 063	2	67 09	2	—	
64 380	2	64 40	2	64 40	1
60 950	7	—		—	
60 038	6	60 00	1	—	
—		59 90	3	59.90	1
—		59 63	2	59 66	1
56 342	1	—		—	
55 942	2	55 95	2	55 97	1
53 696	1	53 70	1	—	
52 987	0	53 00	2	53 01	1
48 015	1	—		—	
47 695	2	47 72	2	47 75	1
46 609	1	46 61	1	—	
44 360	2	44 36	2	44 39	1
40 485	2	40 50	3	40 56	1
39 532	3	39 56	4	39 56	2
38 535	4	38 56	5	38 56	2
37 985	1	—		38 00	1
36 195	2	36 21	1	—	
34 318	4	34 35	6	34 35	3
27 039	2	27 04	2	27 05	1
26 245	2	26 25	1	—	
23 011	4	23 03	4	23 40	3
22 750	4	22 77	5	22 77	3

1) Von Purvis [21] auf Zeeman-Effect untersucht

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		Exner und Haschek (16) Funke	
3320 504	1	—		—	
19 231	2	3319 25	1	—	
18 596	2	18 60	1	—	
17 457	2	17 45	1	3317 48	1
16 771	4	16 80	2	16 77	1
12 268	4	12 31	4	12 32	2
11 161	2	11 16	1	—	
10 674	4	10 69	5	10 70	2
09 535	2	09 55	1	09 55	1
07 774	2	07 78	1	—	
05 980	2	05 99	1	06 03	1
05 787	1	05 80	1	—	
05 057	3	05 07	2	05 10	1
03 771	3	03 78	2	03 80	1
03 236	2	03 24	1	—	
—		—		02 05	2
01 900	1	—		—	
00 732	0	—		00 77	2
3297 655	2	3297 65	2	3297 7	1
95 220	2	95 24	2	—	
87 726	4	87 72	5	87 75	2
87 198	4	87 20	4	87 23	2
84 695	1	84 69	2	84 72	1
84 456	1	—		—	
82 458	2	82 46	1	82 49	1
80 705	1	—		—	
77 422	4	77 41	5	77 45	2
76 291	1	76 28	1	—	
75 735	2	75 74	2	75 75	1
75 452	1	75 45	1	—	
75 167	2	75 15	1	—	
74 686	2	74 68	2	—	
71 936	4	71 94	3	71 96	2
71 372	4	71 38	4	71 40	2
67 236	1	67 22	1	—	
66 580	6	66 59	10	66 60	3
63 436	2	63 44	1	63 5	1
63 062	2	63 09	1	63 10	1
62 852	2	62 85	1	—	
62 147	4	62 15	5	62 18	2
57 916	2	—		—	
—		56 92	2	57 1	1u
56 346	1	—		—	
56 194	2	—		—	
—		55 20	2	—	
54 542	4	54 54	4	54 57	2
53 497	1	—		53 53	3
49 866	3	49 87	3	49 91	1
49 638	2	49 63	2	49 68	1

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		Exner und Haschek (16) Funke		
3247 417	1	—		—		
46 431	2	—		—		
45 022	2	3245 02	1	3245 07	1	
42 734	2	42 78	1	42 76	1	
42 462	2	42 47	1	42 49	1	
42 132	1	—		—		
41 640	4	41 65	6	41 69	3	
40 688	2	40 69	1	40 86	1	
40 351	4	40 35	3	40 37	1	
38 414	1	—		—		
32 342	1	-		—		
32 145	5u	32 14	3	32 18	3	
30 903	5	30 90	4	30 95	2	
29 412	5u	29 40	5	29 43	3	
26 840	3	26 83	2	26 86	1	
24 016	2	24 06	1d	24 06	1	
23 645	2	23 65	1	—		
22 600	1	—		22 65	3	
21 415	3	21 40	4	21 45	2	
20 924	6u	20 91	15	20 95	5	1)
—		19 66	6	19 66	3	
18 593	4	18 60	4	18 61	2	
16 903	1	—		—		
13 681	4	13 68	3	13 68	2	
12 350	2	12 37	4	12 29	3	
12 240	3	12 22	4	—		
10 131	2	—		—		
08 287	2	08 27	2	08 26	1	
05 227	4	05 22	3	05 24	1	
04 587	2	—		—		
01 027	2	01 02	2	01 06	3	
00 166	2	00 16	1	—		
3199 058	5	3199 06	5	3199 07	1	
98 226	2	98 23	1	98 3	1	
93 345	2	—		—		
93 240	1	—		—		
89 486	2	89 47	1	—		
88 702	1	—		—		
86 667	1	—		—		
82 924	1	—		—		
80 487	2	80 48	4	80 55	2	
79 328	3	79 32	3	79 35	1	
78 811	2	78 80	1	78 83	1	
77 712	4	77 70	4	77 74	2	
73 466	1	—		—		
72 915	3	72 91	3	72 96	1	
71 812	2	71 80	2	71 85	1	
69 010	5	69 01	6	69 05	3	
68 404	1	—		—		

1) Von Purvis [21] auf Zeeman-Effect untersucht

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		Exner und Haschek (16) Funke		
3168 297	3	3168 30	4	3168 34	2	
67 328	3	67 30	3	67 35	1	
66 886	2	66 85	1	66 86	1	
65 833	1	—		—		
65 323	1	—		—		
63 972	1	—		—		
61 948	2	61 95	1	61 96	1	
61 477	2	61 49	1	61 50	1	
59 992	1	—		—		
59 644	2	59 64	1	59 66	1	
59 280	5d?	59 29	4	59 30	2	
57 614	2	57 60	1	—		
56 274	2	56 28	1	—		
54 874	3	54 85	3	54 86	2	
54 679	2	54 66	3	54 70	2	
51 748	2	51 75	1	51 75	1	
50 727	2	50 76	4	50 79	2	
47 860	2	47 85	1	—		
—		45 17	3	45 16	1	
42 371	1	—		—		
41 947	1	—				
—		40 52	3	40 52	1	
39 704	2	39 70	1	—		
—		—		37 82	3	
33 432	5r	33 45	8	33 44	5	1)
33 210	2	33 23	3	33 25	1	
28 510	4	28 51	3	28 47	1	
24 203	2	24 20	1	—		
23 334	2	—		—		
22 509	4	22 50	3	22 51	2	
21 894	4	21 91	4	21 90	3	
20 885	5	20 90	5	20 88	3	
18 967	1	—		18 95	3	
17 645	2	17 64	1	—		
17 457	0	—		17 44	3	
14 669	4	14 69	3	14 66	2	
14 170	4	14 16	3?	14 15	2	
13 908	1	—		—		
13 259	1	—		—		
12 475	2	12 48	1	—		
08 670	2	08 67	1	08 64	1	
03 875	2	03 88	1	03 90	1	
03 667	1	—		—		
01 288	2	01 29	1	01 26	1	
00 586	2	00 50	15	00 53	3	
—		—		00 40	2	
3099 055	2	3099 05	1	—		
97 931	2	97 94	1	97 91	1	
94 326	1	94 49	1	—		

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		Exner und Haschek (16) Funke		
3094 144	2	3094 14	2	3094 13	1	
90 277	2	90 29	2	90 27	1	
88 163	4	88 15	5	88 14	3	
86 564	4	86 58	4	86 55	2	
85 088	1	—		—		
83 343	4	83 37	4	83 35	2	
83 085	1	—		83 06	2	
78 793	2	78 70	1	78 66	1	
77 996	1u	78 00	1	—		
—		77 75	2	77 71	1	
76 800	4	76 80	3	76 78	2	
74 864	2	74 87	2	74 91	1	
73 390	2	73 42	1	73 40	1	
69 825	2	69 82	3	69 81	1	
69 220	2	69 18	4	69 18	2	
69 005	4	69 00	5	68 96	3	1)
68 507	1	—		—		
64 904	3	—		—		
64 622	4	64 65	2	3064 67	1	
61 515	4	61 53	2	61 52	1	
60 950	2	60 96	2	60 96	1	
60 114	1	—		—		
59 858	1	—		—		
57 590	2	—		—		
57 398	2	57 40	4	57 40	2	
54 570	1	—		—		
53 709	3	53 70	2	53 70	1	
52 288	3d?	52 30	2	52 30	2	
51 243	3	51 25	1	51 27	1	
50 134	1	—		—		
49 559	4	49 52	5	49 55	2	
48 783	1	—		—		
47 905	1	—		—		
47 277	4	47 27	5	47 25	3	
42 760	2	—		42 74	6	1)
41 979	1	—		42 0	1	
41 056	1	—		—		
40 580	4	40 58	2	40 56	1	
39 378	5	39 38	5	39 34	3	
37 861	3	37 86	3	37 85	1	
34 675	2	34 66	1	—		
33 744	3	33 75	2	33 72	1	
32 528	3	32 55	2	32 53	1	
30 365	1	—		—		
29 487	4	29 50	5	29 46	2	
26 489	1	—		26 49	3	
—		25 99	3?	25 96	2	
24 410	2	—		24 42	1	
22 807	3	22 81	1	22 83	1	

1) Von Purvis [21] auf Zeeman-Effect untersucht

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		Exner und Haschek (16) Funke	
3022 536	3	3022 54	2	3022 53	1
20 125	4	20 12	3	20 12	2u
19 350	4	19 35	3	19 35	2
18 151	2	—		—	
17 450	4	17 43	4	17 42	2
16 550	3	16 55	3	16 55	1
14 854	1	—		—	
14 585	1	—		—	
12 984	1	—		—	
12 695	2	12 71	1	12 57	1
11 812	3	11 84	3	11 82	2
10 020	3	10 03	2	10 00	2
08 753	1	—		—	
07 838	0	—		07 80	2
05 338	3	05 33	2	05 32	2
03 761	4	03 78	4	03 75	2
02 375	4	—		02 37	2
02 086	1	—		02 07	2
00 149	2	00 15	1	00 12	1
—		2997 54	3	97 53	1
2997 314	3	97 31	2	97 31	1
96 202	4	96 20	4	96 20	2
93 184	2	—		—	
91 520	1	—		—	
90 746	3	90 77	3	90 77	2
85 921	4	85 94	3	85 94	1
81 042	2	—		—	
80 776	4	80 80	4	80 79	2
78 056	2	—		78 17	1
75 062	4	75 07	3	75 06	2
74 659	1	74 66	1	—	
74 220	1	74 24	2	74 22	1
—		—		71 50	2
71 205	2	71 20	1	—	
68 334	2	68 32	1	68 30	1
66 245	2	66 24	1	—	
65 329	3	65 34	2	65 32	1
—		—		64 22	2
63 111	4	63 11	2	63 10	1
62 580	1	—		—	
61 595	2	61 59	1	—	
61 009	2	61 03	1	61 00	1
54 909	1	—		54 90	4
51 363	2	51 35	8	51 30	3
51 266	2	—		—	
50 883	2	50 89	2	2950 88	1
50 606	1	50 61	1	—	
49 882	3	49 89	3	49 86	2
47 093	4	47 10	3	47 05	2

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		Exner und Haschek (16) Funke		
2943 287	5	2943 30	10	2943 28	4	1)
41 197	2	41 20	2	41 20	1	
40 669	2	40 66	3	40 66	2	
39 390	0	39 40	3	39 39	3	
—		38 60	3	38 55	2	
36 814	3	36 85	8	36 77	3	
34 748	4	34 76	8	34 74	3	
33 252	2	33 25	1	33 22	1	
30 743	3	30 75	2	30 71	1	
30 298	2	30 30	1	30 26	1	
—		—		29 85	3	
27 129	2	27 14	1	27 10	1	
—		—		25 22	3	
24 912	7	24 94	10	24 91	4	1)
—		—		21 22	3	
—		—		19 26	2	
18 683	3	18 69	3	18 65	2	
17 855	2	17 86	1	—		
16 479	4	16 49	4	16 45	2	
09 669	4	09 66	2	09 65	1	
07 353	4	07 36	3	07 32	2	
05 744	2	05 75	2	05 73	1	
04 913	4	04 93	4	04 91	2	
—		02 09	3	02 06	3	
00 492	2	00 50	1	00 50	1	
2899 733	3	2899 74	2	2899 75	1	
98 455	2	—		—		
97 260	4	97 27	5	97 26	3	
97 070	2	97 07	1	—		
92 371	1	—		92 37	3	
89 688	1	—		89 70	1	
87 240	2	—		—		
83 549	2	83 55	1	83 53	1	
82 742	4	82 77	5	82 72	3	
81 270	2	81 30	2	81 26	1	
80 324	2	80 29	1	80 3	1	
79 515	4	79 51	3	79 50	2	
78 632	2	—		—		
77 781	4	77 79	4	77 75	2	
76 096	4	76 10	4	76 07	3	
75 721	4	75 72	4	75 70	3	
—		73 46	2	73 45	1	
69 815	3	69 80	2	69 81	1	
—		—		67 81	2	
66 798	4	66 76	2	66 77	1	
63 955	4	63 95	3	63 95	1	
62 455	1	62 49	1	—		
60 767	3	60 77	2	60 76	1	
57 058	2	57 05	1	57 02	1	

1) Von Purvis [21] auf Zeeman-Effect untersucht.

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		Exner und Haschek (16) Funke		
2856 048	2	2856 03	1	—		
55 931	2	55 96	1	2855 95	1	
53 416	2	53 43	1	—		
51 648	2	51 65	1	51 63	1	
51 518	1	51 56	1	—		
50 906	0	—		50 90	2	
49 848	6	49 86	8	49 84	4	1)
45 245	1	—		—		
42 390	2	42 40	2	42 38	1	
41 798	2	41 80	1	41 79	1	
40 332	4	40 35	4	40 32	3	
39 287	6	39 32	6	39 29	3	
37 421	2	37 42	3	37 42	2	
36 506	4	36 51	4	36 50	2	
36 197	1	36 21	1	36 19	1	
35 762	2	35 75	3	—		
33 337	4	33 35	2	33 32	10	1)
32 874	2	—		—		
31 912	1	31 93	1	31 93	1	
31 455	2	31 46	1	31 47	1	
30 601	2	30 57	2	30 60	1	
30 264	3	—		—		
29 720	1	29 73	1	—		
27 259	2	27 27	1	27 29	1	
24 546	6	24 59	6	24 56	4	1)
24 228	1	—		—		
23 280	5	23 34	4	23 28	2	
20 738	2	—		20 61	1	
17 039	2	17 04	1	17 04	1	
14 966	2	15 00	1	14 96	1	
14 532	2	14 52	1	14 53	1	
12 896	3	12 91	1	12 88	1	
—		—		12 19	3	
10 657	2	10 65	1	—		
07 754	2	07 75	1	07 75	1	
06 479	2	06 50	1	06 50	1	
00 923	4	00 91	3	00 90	2	
00 755	1	—		00 71	3	
2799 835	3	2799 84	1	2799 81	1	
98 283	4	98 29	4	98 26	2	
—		97 82	5	97 80	3	
97 456	4	97 45	4	97 45	3	
96 558	2	96 55	2	96 55	2	
94 189	2	94 20	1	—		
93 907	0	—		93 91	3	
87 099	1	—		—		
85 319	4	85 33	3	85 32	2	
81 401	4	81 42	4	81 41	2	
81 047	2	81 07	1	81 07	1	

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		Exner und Haschek (16) Funke		
7279 752	1	—		—		
77 536	2	2777 55	2	2777 55	1	
75 646	4	75 65	3	75 65	1	
75 073	2	75 09	1	75 08	5	1)
74 685	2	74 73	1	74 67	1	
72 547	4	72 58	3	72 56	3	
71 711	3	71 76	3	71 74	2	
67 764	2	67 76	1	67 75	1	
67 423	3	67 47	1	—		
63 287	0	—		63 29	3	
60 009	2	60 00	2	60 00	1	
59 405	2	59 42	2	59 42	1	
59 100	2	59 11	1	59 10	1	
58 325	2	58 33	2	58 31	1	
56 206	1	56 20	1	56 21	1	
53 954	0	—		53 95	2	
—		—		52 96	3	
47 602	2	47 62	1	47 60	1	
44 091	4	44 09	3	44 08	1	
40 432	1	—		40 42	3	
40 267	2	40 22	1	—		
40 085	2	40 08	1	—		
39 413	2	39 39	1	39 4	1	
35 165	1	—		—		
32 752	2	32 75	2	32 7	1	
—		—		32 51	4	
—		30 79	2	30 79	1	
29 638	2	29 64	1	29 66	1	
28 494	1	—		—		
26 566	1	26 56	1	26 60	1	
23 849	2	23 85	2	23 83	1	
—		23 68	2	—		
20 534	2	20 55	2	20 55	1	
14 643	1	—		—		
-		—		14 17	4	
13 195	1	—		—		
12 817	4	12 82	3	12 82	2	
		—		11 65	2	
10 177	2	10.18	1	10 16	1	
08 752	0	—		08 72	4	
05 632	1	05 65	1	05 65	1	
05 296	0	05 21	1	05 29	3	
04 117	3	04 12	2	04 09	1	
01 200	2	01 21	1	01 19	1	
2698 688	2	—		2698 67	1	
96 010	1	2696 04	1	96 00	1	
94 320	6	94 33	5	94 32	5	
93 571	2	93 60	1	93 58	1	
92 964	2	92 99	1	—		

1) Von Purvis [21] auf Zeeman-Effect untersucht

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		Exner und Haschek (16) Funke		
2692 429	4	2692 45	3v	2692 44	1	
91 154	2	91 19	1	91 15	1?	
—		—		90 66	2	
—		84 15	2	83 90	3	
82 536	2	82 55	1	82 52	1	
81 184	2	81 22	1	81 16	1	
—		79 17	2	79 15	1	
76 911	2	76.93	2	76 90	2	
73 694	4	73 70	3	73 70	2	
71 930	4	71 93	4	71 92	2?	
70 006	3	70 01	4	70 01	2	
69 070	2	69 09	2	69 07	1	
67 540	2	67 54	1	67 52	1	
64 871	5	64 87	5	64 90	3	1)
—		—		64 53	2	
63 400	2	63 42	2	63 41	1	
62 706	4	62 71	3	62 71	2	
62 080	6	62 10	5	62 09	3	
—		—		61 35	2	
57 799	2	57 82	1	57 80	1	
56 898	3	56 91	2	56 90	1	
54 033	2	54 05	2	54 05	1	
53 853	2	53 86	2	53 85	1	
53 124	3	53 13	1	53 15	1	
—		—		51 91	2	
46 334	2	46 35	1	46 35	1	
44 279	2	44 28	2	44 29	1	
40 462	2	40 45	1	40 48	1	
—		39 80	4	39 81	3	
39 510	2	39 51	2	39 51	1	
39 073	2	39 06	1	39 09	1	
—		—		38 42	2	
35 353	2	35 35	2	35 38	1	
34 340	3	34 33	3	34 35	2	
29 498	2	29 49	1	29 50	1	
26 844	2	26 85	2	26 85	1	
25 396	2	25 43	2	—		
23 736	1	23 75	1	23 77	1	
19 967	2	20 00	2	20 00	1	
17 872	2	17 86	3	17 89	2	
17 177	0	—		17 17	2	
16 090	2	16 08	1	16 10	1	
15 064	2	15 06	2	15 10	1	
14 287	1	14 27	1	14 29	1	
12 344	1	12 35	1	12 35	1	
11 384	3	11 40	3	11 38	2	
08 314	4	08 30	3	08 32	2	
07 608	2	07 60	2	07 60	2	
06 668	0	—		06 64	2	

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		Exner und Haschek (16) Funke	
2604 645	2	2604 64	1	2604 66	1
02 122	2	02 15	1	02 13	1
2599 129	2	2599 15	3	2599 11	2
95 914	2	95 93	1	95 90	4
93 224	1	—		—	
92 146	4	92 15	3	92 15	2
91 927	1	—		—	
91 129	1	—		91 14	2
86 146	0	86 14	1	86 15	6
83 261	1	83 26	1	83 26	1
81 019	0	—		81 02	2
79 573	2	—		79 58	4
79 008	2	79 00	1	79 00	1
78 794	2	78 78	1	78 79	1
		77 35	3	77 33	3
—		—		73 04	2
72 784	3	72 79	2	72 80	1
72 459	2	72 47	1	72 50	1
72 156	2	72 16	1	72 19	1
69 962	2	69 97	2	70 00	1
64 253	4	64 27	2	64 28	2
63 365	1	63 36	1	63 38	1
62 999	0	—		63 02	3
—		—		62 08	2
—		—		61 90	2
—		—		58 60	3d
56 860	1	—		56 8	1
55 955	1	55 95	1	55 96	1
55 425	2	—		55 45	1
54 480	2	54 47	2	54 42	2
51 475	2	51 50	2	51 51	1
47 278	1	47 26	1	47 27	1
—		—		46 10	2
45 620	1	45 62	1	45.61	1
—		—		44 65	2
44 059	5u	44 08	4	44 07	4
42 097	2	42 11	2	42 13	2
41 556	1	41 56	1	41 55	1
40 483	1	40 49	1	40 48	1
—		—		39 69	2
37 770	1	37 78	1	37 76	1
37 309	2	37 30	2	37 30	2
—		—		34 51	2
—		33 24	3	33 20	2
30 498	0	—		30 49	2
29 559	1	29 56	2	29 55	2
—		—		28 48	2
—		—		26 02	2
—		—		21 30	2

1) Von Purvis [21] auf Zeeman-Effect untersucht

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		Exner und Haschek (16) Funke	
—		—		2518 00	2
2513 799	2	2513 80	2	13 79	1
12 665	2	12 66	2	12 67	5
12 191	0	—		12 20	3
12 016	1	12 02	1	—	
07 712	2	07 70	1	07 71	1
05 814	1	05 82	1	05 84	1
04 446	2	04 44	1	04 43	2
03 068	4	03 08	3	03 09	2
02.710	2	02 72	2	02 73	1
2496 360	2	2496 36	1	2496 36	1
95 680	1	—		—	
93 163	2	93 16	2	93 17	2
88 325	0u	—		88 36	3
—		—		84 35	2
81 262	3	81 27	3	81 23	3
78 190	1	78 20	1	78 18	1
75 209	4	75 19	3	75 20	2
74 170	1	—		—	
69 594	0	—		69 58	3
68 705	1	—		—	
—		—		67 60	2
67 382	3	67 37	2	67 35	2
64 462	0	—		64 50	2
63 118	1	63 10	1	63 13	1
—		—		61 32	2
57 312	2	57 31	1	57 34	2
57 123	2	57 12	1	57 12	1
55 949	2	55 95	1	55 94	1
55 691	2	55 69	2	55 65	2
54 212	1	54 20	1	54 21	1
52 893	3	52 89	2	52 90	2
—		—		52 35	2
49 112	1	49 10	1	49 08	1
48 316	1	48 30	1	48 27	1
47 850	2	47 84	1	47 84	1
45 436	2	45 39	1	45 42	1
—		—		43 28	2
—		—		40 22	2
—		—		36 36	2
32 439	1	32 41	1	32 45	1
32 021	2	32 04	2	32 02	2
31 331	2	31 34	2	31 34	2
27 694	2	27 71	2	27 70	1
26 622	1	26 61	1	26 62	1
—		—		26 40	2
25 744	2	25 75	1	25 85	2d?
25 069	2	25 07	1	25 05	1
24 971	1	25 01	1	—	

Kayser (13) Bogen		Exner und Haschek (19) Bogen		Exner und Haschek (16) Funke		
2424 741	0	2424 74	1	24 80	2	
20 698	1	—		—		
18 190	2	18 18	2	2418 20	2	
—		—		17 98	2	
15 950	2	15 95	1	—		
—		—		13 19	2	
—		—		12 90	2	
—		—		12 51	2d?	
10 818	1	10 82	1	10 84	1	
10 264	2	10 26	1	10 34	2	
09 465	1	09 46	1	09 46	1	
—		—		08 45	2	
—		—		04 17	2	
03 113	0	03 14	1?	03 14	2	
02 379	1	—		—		
01 866	2	01 86	1	01 87	1	
—		—		01 26	2	
2398 824	0	—		2398 84	5	
91 282	3	2391 29	3	91 34	3	
90 706	2	90 71	2	90 71	2	
—		—		90 59	2	
86 981	2	86 98	2	87 00	1	
86 665	1	86 67	1	86 60	2d	
—		—		84 91	4	
83 270	1	—		83 29	1	
81 714	2	81 72	1	81 88	4	
75 195	2	75 21	1	—		
72 856	4	72 86	3	72 85	2	
70 462	2	—		70 47	1	
—		—		69 26	2	
—		—		68 40	2	
68 120	4	68 11	2	68 09	4	1)
65 849	1	—		65 86	1	
63 134	4	63 14	2	63 13	2	
60 790	2	60 80	1	60 79	2	
—		—		59 44	2	
—		—		58 82	2	
58 245	1	58 25	1	—		
—		—		57.99	2	
—		—		57 39	2	
56 674	2	56 68	1	56 66	1	
—		—		55 61	2	
55 082	2	55 11	1	55 12	2	
—		—		53 20	2	
51 492	1	—		—		
—		—		50 70	2	
47 329	1	—		—		
43 684	2	43 68	2	—		
43 255	2	43 25	2	43 25	1	

1) Von Purvis [21] auf Zeeman-Effect untersucht

Kayser (13) Bogen	Exner und Haschek (19) Bogen	Exner und Haschek (16) Funke
2342 763 1	—	—
—	—	2341 76 2
—	—	40 14 2
—	—	39 36 2
—	—	35 03 2
34 575 2	2334 57 1	34 59 1
33 917 2	33 95 1	33 94 1
33 372 2	33 37 1	33 40 1
—	—	30 59 2
29 469 0	—	29 50 2
—	—	27 33 2
—	—	26 20 2
25 029 1	—	25 17 1
24 754 0	—	24 79 3
—	—	24 20 2
—	—	23 74 3
	—	17 51 2
	—	15 25 2
	—	15 00 2
	—	14 20 2
	—	10 64 2
	—	06 85 2
	04 30 2	04 30 2
	—	01 00 2
	—	2298 34 2
	—	97 24 2

Exner und Haschek (19) Bogen	Exner und Haschek (16) Funke
—	2290 91 2
—	81 12 2
—	80 69 2
—	72 90 2
—	72 60 2
—	69 00 2
—	65 26 2
—	60 75 2
—	59 47 2
—	58 58 2
—	57 58 2
—	53 30 2
—	46 99 2
—	45 85 2
2242 80 2	42 75 3
	38 37 2
	37 14 2
	33 52 2
	21 18 2
	05 08 2d
	2197 59 2
	90 46 2
	79 05 2
	69 53 2
	52 78 2
	26 88 2

KALIUM (K = 39.10)

Literatur

[1] J F W Herschel, On the absorption of light by coloured media and on the prismatic spectrum exhibited by certain flames Trans Roy Soc Edinburgh **9**, II p. 445 bis 460 (1823) Alcoholflamme mit K

[2] W H F Talbot, Brewsters Journal of science 1825 p 55 Schweiggers Jahrb d Chem u Phys **48** p 445—452 (1826) Vergl Bd I p 18 und G Kirchhoff, Pogg Ann **118** p 94—111 (1863)

[3] D Brewster, On the luminous lines in certain flames corresponding to the defective lines in the sun's light Rep Brit Ass 1842, Not a Abstr p 15—16 Rothe Kaliumlinie angeblich gleich A der Sonne

[4] W Petrie, Phosphorescence of potassium Rep Brit Ass 1850, Not a Abstr p 59 Leuchten des Metalls bei Oxydation

[5] D Brewster, Beobachtungen uber das Sonnenspectrum Pogg Ann **81** p 471 bis 476 (1850) A der Sonne angeblich $K\alpha$

[6] R Cartmell, On a photochemical method of recognising the non-volatile alkalies and alkaline earths Phil Mag (4) **16** p 328—333 (1858) Flammenspectrum untersucht mit Absorptionsglasern

[7] E Linnemann, Phosphorescenz des Kaliums und Natriums J f pract Chemie **75** p 128 (1858) Leuchten bei Oxydation

[8] G Kirchhoff, Ueber die Fraunhoferschen Linien Monatsber. Berl Akad 1859 p 662—665, auch Pogg Ann **109** p 148—150 (1860) Ann chim et phys (3) **58** p 254—256 (1860) Phil Mag (4) **19** p 193—197 (1860) Angebliche Coincidenz von $K\alpha$ mit A der Sonne

[9] G Kirchhoff und R Bunsen, Chemische Analyse durch Spectralbeobachtungen Pogg Ann **110** p 161—189 (1860) und **113** p 337—381 (1861) Empfindlichkeit der Reaction, spectraler Nachweis Umkehrung von Linien, Flammenspectrum

[10] G Kirchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und uber die Spectren der chemischen Elemente Abhandl Berlin Akad 1861 p 63—95, 1862 p 227—240 Vergl auch diesen Bd p 1 Funkenspectrum

[11] C Wolf et E Diacon, Note sur les spectres des metaux alcalins C R **55** p 334 bis 336 (1862) Neue Linien

[11a] A J Ångström, Ueber die Fraunhoferschen Linien im Sonnenspectrum Pogg Ann **117** p 290—302 (1862) Phil Mag (4) **24** p 1—11 (1862) Angebliche Coincidenz von $K\alpha$ und A

[12] F R Robinson, On spectra of electric light as modified by the nature of the electrodes and the media of discharge Phil Trans **152** II p 939—986 (1862) Proc Roy Soc **12** p 202—205 (1863) Phil Mag (4) **25** p 486—488 (1863) Funke in Luft und H

[12a] W A Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark Phil Trans. **152**, II p 861—886 (1862) — Funke, nur Luftlinien

[13] A Mitscherlich, Beitrage zur Spectralanalyse Pogg Ann **116** p 499—507 (1862) Verbindungen in Flammen und Absorptionsröhren

[13a] G Kirchhoff und R Bunsen, Die Spectren der Alcalien und alcalischen Erden Zs f analyt Chem 1 p 1—2 (1862) Flamme

[14] L M Rutherfurd, Stellar spectra, the spectroscopic analysis of the sodium line Amer J (2) **35** p 407—409 (1863) Rothe Flammenlinie doppelt, neue Linie

[15] D Brewster, Notes sur l'histoire de l'analyse spectrale C R **57** p 517—520 (1863), Ann chim et phys (3) **69** p 206—213 (1863) Angebliche Coincidenz von A der Sonne mit rother K-Linie

[16] E Mascart, Détermination de la longueur d'onde de la raie A C R **56** p 138 - 139 (1863) Phil Mag (4) **25** p 238—240 (1863) Messung der rothen Kaliumlinie an Stelle von A

[17] W E Kilburn, Spectrum analysis Chem News **7** p 178 (1863) Die rothe K-Linie ist doppelt

[18] P Volpicelli, Recherches d'analyse spectrale C R **56** p 493—495 (1863), **57** p 571—574 (1863) Kalk in Knallgasgeblase zeigt K-Linien

[19] J Muller, Bestimmung der Wellenlangen einiger hellen Spectrallinien Pogg Ann **118** p 641—644 (1863) Versuch der Messung von $K\alpha$

[20] F Brasack, Spectralanalytische Untersuchungen Abhandl Naturf Ges Halle **9, I** p 1—16 (1864) Empfindlichkeit der Reaction

[21] W Huggins, On the spectra of some of the chemical elements Phil Trans **154**, II p 139—160 (1864) Funke

[22] J Plucker and J W Hittorf, On the spectra of ignited gases and vapours with especial regard to the different spectra of the same gaseous substance Phil Trans **155** p 1—29 (1865) Neudruck Leipzig 1905 In Vacuumrohre

[23] E Diacon, Recherches sur l'influence des eléments électro-négatifs sur le spectre des métaux Ann chim et phys (4) **6** p 5—25 (1865) Verbindungsspectra nicht sichtbar

[24] A Mitscherlich, Ueber die Spectra der Verbindungen und der einfachen Körper Pogg Ann **121** p 459—488 (1864) Keine Verbindungsspectra, Zeichnungen

[25] A Belohoubek, Beitrag zur spectralanalytischen Nachweisung der Alcalien J f pract Chem **99** p 235—236 (1866) Spectralanalyse.

[26] R Thalén, Om spectralanalys Upsala Univ årsskr 1866 Funkenspectrum, Zeichnung

[27] A Lielegg, Ueber das Spectrum der Bessemerflamme Wien Ber **55** p 152—161, **56** p 26—31 (1867) In Bessemerflamme

[28] E Becquerel, Note sur les effets de coloration que présentent les décharges d un appareil d'induction quand elles éclatent entre la surface supérieure d'un liquide et un conducteur metallique en platine C R **66** p 121—124 (1868)

[29] R Thalén, Mémoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies métalliques Nova acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868) Funke •

[30] J H Freeman, On the spectrum of potassium and barium Chem News **18** p 1—2 (1868) Explosionsspectra

[31] Lecoq de Boisbaudran, Sur la constitution des spectres lumineux C R **69** p 445—451, 606—615, 657—664, 694—700 (1869) Angebliche Gesetzmässigkeiten im Linienspectrum, Vergleich von K mit Rb

[32] Lecoq de Boisbaudran, Remarques sur quelques particularités observées dans les recherches d'analyse spectrale C R **76** p 1263—1265 (1873)

[33] G Salet, Sur les spectres des métalloides Ann chim et phys (4) **28** p 5—71 (1873) In Vacuumröhre

[34] J N Lockyer, Spectroscopic notes III On the molecular structure of vapours in connection with their densities Proc Roy Soc **22** p 374—378 (1874) Phil Mag (4) **49** p 320—326 (1875) Absorption in verschiedenen Stufen

[35] J N Lockyer, On the absorption of great thicknesses of metallic and metalloidal vapours Proc Roy Soc **22** p 371—372 (1874) Vergleich der Dicke der Linien bei verschiedener Schichtdicke

[35a] J N Lockyer, Sur les spectres des vapeurs aux températures élevées C R **78** p 1790—1793 (1874) Absorption

[36] J N Lockyer, On a new class of absorption phenomena Proc Roy Soc **22** p 378—380 (1874) Phil Mag (4) **49** p 320—326 (1875) Absorption des Dampfes, Verbreiterungserscheinungen

[37] H E Roscoe and A Schuster, On the absorption spectra of potassium and sodium at low temperatures Proc Roy Soc **22** p 362—364 (1874) Absorption des Dampfes, Bandenspectrum

[38] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux Paris 1874, Gauthier-Villars Flamme, Funke

[39] R Bunsen, Spectralanalytische Untersuchungen Pogg Ann **155** p 230—252, 366—384 (1875) Funke und Flamme

[40] H C Jones, Determination of lithium by means of the spectroscope Chem News **34** p 122 (1876) Empfindlichkeit der Reaction

[41] G Salet, Sur le spectre de l'azote et celui des metaux alcalins dans les tubes de Geissler C R **82** p 223—226, 274—275 (1876), J de Phys **5** p 95—97 (1876), Phil Mag (5) **1** p 331—333 (1876), Pogg Ann **158** p 239—244 (1876) In Vacuumrohre

[42] A Gouy, Recherches sur les spectres des metaux a la base des flammes C R **84** p 221—234 (1877) Photometrie der Flammen

[43] G L Ciamician, Ueber die Spectren der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen Wien Ber **76,** II p 499—517 (1877) Funke nach Flussigkeit

[44] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours Proc Roy Soc **27** p 132—136, 350—354 (1878) Absorption in Gemischen von K + Na + Li-Dampf

[45] G D Liveing and J Dewar, Studies in spectrum analysis Cambr Proc **3** p 208—209 (1878) Absorption des Dampfes

[46] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours Proc Roy Soc **27** p 250—254 (1878) Gemisch von Mg und K

[47] C Cappel, Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Empfindlichkeit der Spectral-Reactionen Pogg Ann **136** p 638—639 (1879) Empfindlichkeit der Funkenreaction

[48] J N Lockyer, On a new method of studying metallic vapours Proc Roy Soc **29** p 266—272 (1879) Funke durch Dampf

[49] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours Proc Roy Soc **28** p 352—358, 367—372 (1879) Umkehrung der Bogenlinien

[50] A Gouy, Recherches photometriques sur les flammes colorées Ann chim et phys (5) **18** p 5—101 (1879) C R **83** p 269—272 (1876), C R **85** p 70—72 (1877), C R **86** p 878—880, 1078—1080 (1878), C R **88** p 418—421 (1879), J d Phys **9** p 19—27 (1880) Absorption und Emission in Flammen

[51] G D Liveing and J Dewar, On the spectra of sodium and potassium Proc Roy Soc **29** p 398—402 (1879) Wiederholung von Gruppen im Linienspectrum

[52] J N Lockyer, On a new method of spectrum observation. Proc Roy Soc **30** p 22—31 (1879) Funke durch Flammen und Dampf

[53] J N Lockyer, On multiple spectra Nat **23** p 4—7, 309—312, 562—565 (1880) In Vacuumrohre

[54] J L W Thudichum, On the modifications of the spectrum of potassium which are effected by the presence of phosphoric acid Proc Roy Soc **30** p 277 280 (1880) Empfindlichkeit der Flammenreaction

[55] J N Lockyer, The chemistry of the sun Nat **24** p 267—274, 296—301, 315—324, 365—370, 391—399 (1881) Siehe p 398 Vergleich mit Sonne

[56] J Dewar, On the origin and identity of spectra. Proc Roy Instit **9** p 674—703 (1882) Serien von Gruppen

[56a] G D Liveing and J Dewar, On the circumstances producing the reversal of spectral lines of metals Cambr Proc **4,** 5 p 256—265 (1882) Umkehrungen gegen continuirlichen Grund

[57] A Schuster, The genesis of spectra Rep Brit Ass 1882 p 120—143 Serien von Banden und Linien

[58] H Becquerel, Spectres d'émission infra-rouges des vapeurs métalliques C R. **97** p 71—74 (1883) Ultrarothe Linien

[59] H Becquerel Études des radiations infra-rouges au moyen des phénomènes de phosphorescence C R **96** p 1215—1218 (1883) Ultrarothe Linien

[60] H Becquerel, Memoire sur l'etude des radiations infra-rouges au moyen des phénomènes de phosphorescence Ann chim et phys (5) **30** p 5—68 (1883) Ultrarothe Bogenlinien

[61] G D Liveing and J Dewar, On the ultra-violet spectra of the elements. Phil Trans **174,** I p 187—222 (1883) Bogenspectrum

[62] G D Liveing and J Dewar, On the spectral lines of metals developed by exploding gases Phil Mag (5) **18** p 161—173 (1884) In Explosionsgemischen

[63] Ch Fievez, De l'influence de la temperature sur les caracteres de raies spectrales Bull Acc Belg (3) **7** p 348—355 (1884) Verbreiterung und Umkehrung in Flammen

[64] G D Liveing and J Dewar, Spectroscopic studies in gaseous explosions Proc Roy Soc **36** p 471—478 (1884) Linienspectrum

[65] H Becquerel, Spectres d'emission infra-rouges des vapeurs métalliques C R **99** p 374—376 (1884) Ultrarothe Linien

[66] Ch Fievez, Influence du magnetisme sur les caractères des lignes spectrales Bull de Belg (3) **9** p 381—385 (1885), Bull de Belg (3) **12** p 30 (1886)) Rep f phys Technik **21** p 766—769 (1885) Flammenspectrum im Magnetfeld

[67] Fohr, Ein Beitrag zur quantitativen Spectralanalyse Chemiker-Ztg **9** p 1013 bis 1014 (1885) In Flamme

[68] J N Lockyer, Researches on the spectra of meteorites A report to the solar physics committee Proc Roy Soc **43** p 117—156 (1887) Analyse

[69] A Winkelmann, Die anomale Dispersion gluhender Metalldampfe und gefarbter Glaser Wied Ann **32** p 439—442 (1887) In Flamme

[70] H Ebert, Die Methode der hohen Interferenzen in ihrer Verwendbarkeit für Zwecke der quantitativen Spectralanalyse Wiedem Ann **34** p 39—90 (1888) Habilitationsschrift, Leipzig, Barth 1888 Linienbreite

[71] C Runge, On the harmonic series of lines in the spectra of the elements Rep Brit Ass 1888 p 576—577 Serien im Linienspectrum

[72] G Salet, Traite elementaire de spectroscopie Paris 1888 In Vacuumröhre

[73] H Deslandres, Determination en longueurs d'onde de deux raies rouges de potassium C R **106** p 739 (1888)

[74] H A Rowland, Table of standard wave-lengths Phil Mag (5) **27** p 479—484 (1889) In Bogen

[75] J R Rydberg, Ueber den Bau der Linienspectren der chemischen Grundstoffe Zs physik Chem **5** p 227—232 (1890) Phil Mag (5) **29** p 331—377 (1890) Serienformel

[76] J R Rydberg, Recherches sur la constitution des spectres d'émission des éléments chimiques Kgl Svenska Vet-Akad Handl **32** No 11 (1890) Serien

[77] H Kayser und C Runge, Ueber die Spectren der Elemente 3 Abschnitt Ueber die Linienspectren der Alcalien Abhandl der Berl Akad 1890 Bogenspectrum, Aufbau aus Serien

[78] H Kayser und C Runge, Ueber die Spectren der Elemente 3 Ueber die Linienspectren der Alcalien Wied Ann **41** p 302—320 (1896) Bogenspectrum, gesetzmassiger Bau, neue Linien

[79] G D Liveing and J Dewar, On the influence of pressure on the spectra of flames Proc Roy Soc **49** p 217—225 (1891) Astron a Astrophys **11** p 215—223 (1892) Verbreiterung bei Druckänderung

[80] F A Gooch and T S Hart, The detection and determination of potassium spectroscopically Americ J (3) **42** p 448—459 (1891) Quantitative Analyse

[81] G S Newth, Note on the colours of the alcali metals Nat **47** p 55 (1892) Absorption des Metalls

[82] B W Snow, Ueber das ultrarothe Emissionsspectrum der Alcalien Wiedem Ann **47** p 208—251 (1892)

[83] W L Dudley, The colours and absorption spectra of thin metallic films and of incandescent vapours of the metals, with some observations on electrical volatility Amer Chem J **14** p 185—190 (1892) Chem News **66** p 163—165 (1882) Farbe des Dampfes und dunner Schichten

[84] J M Eder und E Valenta, Verlauf der Bunsenschen Flammenreactionen im ultravioletten Spectrum Denkschr Wien Akad **60** p 467—476 (1893) Beitrage zur Photochemie etc p 87—97 Flammenspectrum

[85] W N Hartley, Method of observing the spectra of easily volatile metals and their salts, and of separating their spectra from those of the alcaline earths J chem Soc **63** p 138—141 (1893) Analyse

[86] W N Hartley, Flame spectra at high temperatures I Oxy-hydrogen blowpipe spectra Proc Roy Soc **54** p 5—7 (1893) Phil Trans **185** A p 161—212 (1894) Linienspectrum, continuirliches Spectrum

[87] D Cochain, Sur les spectres des flammes de quelques métaux C R **116** p 1055 bis 1057 (1893) Flammenspectrum

[88] B W Snow, The continuous spectrum of alkalies Proc Amer Assoc 1893 p 79—80 Ultrarothes Spectrum

[89] H Kayser und C Runge, Ueber die ultrarothen Spectren der Alcalien Wied Ann **48** p 150—157 (1893) Kritik Snows

[90] J R Rydberg, Beitrage zur Kenntniss der Linienspectra Wiedem Ann **50** p 625 bis 638 (1893) Bau des Spectrums

[91] B W Snow, The infra-red spectra of the alcalies Physic Rev **1** p 221—223 (1893) Zu (89)

[92] H A Rowland, A new table of standard wave-lengths Astronomy and Astrophys **12** p 321—347 (1893) Phil Mag (5) **36** p 49—75 (1893) In Sonne

[93] O Vogel, Die Anwendung der Leuchtgas Sauerstoffflamme zu spectralanalytischen Mineraluntersuchungen Zs anorg Chem **5** p 42—62 (1894) Spectralanalyse

[94] J M Eder und E Valenta, Ueber das Spectrum des Kaliums, Natriums und Cadmiums bei verschiedenen Temperaturen Denkschr Wien Akad **61** p 347—364 (1894) Beitrage zur Photochemie etc p 109—127 Funkenspectrum, Bogen

[95] E P Lewis and E S Ferry, The infra-red spectra of metals Astron and Astrophys **13** p 747—752 (1894) Ultrarothe Linien

[96] E P Lewis, The measurement of some standard wave-lengths in the infra red spectra of elements II Astrophys J **2** p 106—108 (1895) Ultrarothe Linien

[97] E Demarçay, Spectres electriques Paris 1895 In Funke nach Lösung

[98] C J Lundstrom, Flame spectra observed at Swedish Bessemer works Proc Roy Soc **49** p 76—98 (1895) Bessemerspectrum

[99] A de Gramont, Analyse spectrale directe des mineraux Paris 1895, bei Baudry et Co Funke gegen Salz

[100] C W Baldwin, A photographic study of arc spectra Physical Rev **3** p 370 bis 380, 448—457 (1895) Vertheilung der Emission im Bogen

[101] A Smithells, The luminosity of gases Phil Mag (5) **39** p 122—133 (1895) Einfluss von chlorhaltigen Dampfen auf Flammenspectrum

[101[a]] W N Hartley, The thermo-chemistry of the Bessemerprocess Journ Iron and Steel Instit **2** p. 1—27 (1895) Im Spectrum der Bessemerflamme

[102] E Wiedemann und G C Schmidt, Fluorescenz des Natrium- und Kaliumdampfes und Bedeutung dieser Thatsache fur die Astrophysik Wiedem Ann **57** p 447—453 (1896) Astrophys J **3** p 207—212 (1896) Fluorescenz

[103] H A Rowland, Preliminary table of solar spectrum wave-lengths Astrophys J **1—6** (1895—1897) Chicago, University Press 1896 In Sonne und Bogen

[104] L Arons, Ueber den Lichtbogen zwischen Quecksilberelectroden Wiedem Ann **58** p 73—95 (1896) Vacuumbogen

[105] A de Gramont, Spectres de dissociation des sels fondus Métaux alcalins, sodium, potassium, lithium C R **122** p 1411—1413 (1896) Funke

[106] L E Jewell, The coincidence of solar and metallic lines Astrophys J **3** p 89 bis 113 (1896) In Sonne

[107] A Schuster, Nat **55** p 180 (1896), On a new law connecting the periods of molecular vibrations Nat **55** p 200—201 (1896) Nat **55** p 223 (1897) Serienbau

[108] W J Humphreys, A further study of the effect of pressure on the wave-lengths of lines in the arc spectra of certain elements Astrophys J **4** p 249—262 (1896) Druckverschiebung

[109] L Rummel, On the spectra of the alkalies Proc Roy Soc Victoria (2) **9** p 260 bis 263 (1896) Serien

[110] H Rowland, Corrections and additions to Prof H A Rowland's table of solar spectrum wave-lengths Astrophys J **6** p 384—392 (1897) In Sonne

[111] A. L. Foley, Arc spectra. Physical Review 5. p. 129—151 (1897). Vertheilung der Linien im Bogen.

[112] W. J. Humphreys, Changes in the wave-frequencies of the lines of emission spectra of elements, their dependence upon the elements themselves and upon the physical conditions, under which they are produced. Astrophys. J. 6. p. 169—232 (1897). Druckverschiebung.

[113] L. Rummel, The spectra of the alkalies and their atomic weights. Proc. Roy. Soc. Victoria (2) 10 I. p. 75—78 (1897). Serienformel.

[114] F. Exner und E. Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectren der Elemente. Wien. Ber. 106 IIa. p. 36—68, 337—356, 1127—1152 (1897). Funke.

[115] W. N. Hartley, The wide dissimination of some of the rarer elements and the mode of their association in common ores and minerals. Trans. chem. Soc. 71. p. 533—547 (1897). Analyse.

[116] Lecoq de Boisbaudran, Examen de quelques spectres. C. R. 124. p. 1288—1290, 1419—1421 (1897). Funkenlinien, gegen Eder und Valenta.

[117] A. de Gramont, Spectres de dissociation des sels fondus. Metaux alcalins. Potassium. Bull. soc. chim. (3) 17. p. 779—781 (1897). Funke.

[117a] W. N. Hartley and H. Ramage, A spectrographic analysis of iron ores and associated minerals. Journ. Iron and Steel Instit. 1. p. 1—13 (1897). In Mineralien.

[118] A. de Gramont, Analyse spectrale de quelques mineraux non conducteurs par les sels fondus et reaction des elements. Bull. soc. chim. de Paris (3) 19. p. 54—59, 548—551, 742—746 (1898). Funke.

[118a] W. N. Hartley and H. Ramage, A spectrographic analysis of iron meteorites, siderolites and meteoric stones. Proc. Roy. Soc. Dublin (2) 8. p. 703—710 (1898). Mit Tafeln. Im Spectrum von kosmischen Steinen.

[119] A. de Gramont, Analyse spectrale de quelques minéraux non conducteurs par les sels fondus et reaction des elements. C. R. 126. p. 1513—1515 (1898). Funke, Analyse.

[120] A. de Gramont, Analyse spectrale des minéraux non conducteurs par les sels fondus. Bull. soc. franç. de Minéral. 1898. Funke.

[121] W. Schuler, Versuche uber die Empfindlichkeit der spectralanalytischen Reactionen. Diss. Bonn 1901. Drudes Ann. 5. p. 931—942 (1900). Empfindlichkeit in Funke und Flamme.

[122] H. Lehmann, Die ultrarothen Spectren der Alcalien, Freiburg i. Br. 1900. Bogen.

[123] W. Sutherland, The cause of the structure of spectra. Phil. Mag. (6) 2. p. 245 bis 274 (1901). Serienbau.

[124] H. Lehmann, Photographie der ultrarothen Spectren der Alcalimetalle. Diss. Freiburg i. B. 1901. Ann. d. Phys. (4) 5. p. 633—658 (1901). Bogen.

[125] W. N. Hartley, A simplified method for the spectrographic analysis of minerals. Trans. chem. soc. 79. p. 61—71 (1901). In Flamme.

[125a] H. Ramage, A comparative study of the spectra, densities and melting points of some groups of elements and of the relation of properties to atomic mass. Proc. Roy. Soc. 70. p. 1—26 (1901). In Flamme.

[126] W. N. Hartley and H. Ramage, An investigation of the spectra of flames resulting from operations in the open hearth and basic Bessemerprocess. Proc. Roy. Soc. 68. p. 93—97 (1901). Ber. chem. Ges. 34. p. 799—804 (1901). Flamme.

[127] W. N. Hartley and H. Ramage, The mineral constituents of dust and soot from various sources. Proc. Roy. Soc. 68. p. 97—109 (1901). Linienspectrum bei technischen Processen.

[127a] E. Haschek, Spectralanalytische Studien. Wien. Ber. 110. IIa. p. 181—203 (1901). — Astrophys. J. 14. p. 182—201 (1901). — Verschiebung durch Funkendruck, Umkehrungserscheinungen an 4044.

[128] F. Exner und E. Haschek, Wellenlängen-Tabellen fur spectralanalytische Untersuchungen auf Grund der ultravioletten Funkenspectren der Elemente. Leipzig und Wien 1902. Funke.

[129] P. Lenard, Ueber die Electricitätsleitung in Flammen. Ann. d. Phys. (4) 9. p. 632 bis 650 (1902). In Flammen.

[130] H. Ramage, The spectra of potassium, rubidium and caesium and their mutual relations. Proc. Roy. Soc. 70. p. 304—312 (1902). Astrophys. J. 16. p. 42—52 (1902). In H-O Flamme.

[131] W N Hartley and H Ramage, An investigation of the spectra of flames at different periods during the basic Bessemerprocess Journ of Steel and Iron Instit 1902 II Flamme

[132] P Lewis, Die Spectren kathodisch leuchtender Metalldampfe Physical Zs **3** p 498—501 (1902) Astrophys J **16** p 31—35 (1902) Vacuumrohr

[133] R W Wood, A suspected case of electrical resonance of minute metal particles for light waves A new type of absorption Chem News **85** p 141 (1902) Phil Mag (6) **3** p 396—410 (1905) Proc Phys Soc **18** p 166—182 (1902) Absorption an fein vertheiltem K

[134] R W Wood, On the electrical resonance of metal particles for light waves Phil Mag (6) **4** p 425—429 (1902) Proc Phys Soc **18** p 276—281 (1902) Phil Mag (6) **6** p 259—566 (1903) Proc Phys Soc **18** p 515-523 (1903) Physic Zs **4** p 338 (1903) Absorption in fein vertheiltem K

[134a] W E Adeney, Photographs of spark spectra from the large Rowland spectrometer in the Royal University of Ireland I Trans Roy Dublin Soc (2) **7** p 331—338 (1902) Funke, Photographie

[135] H C Crew and J C Baker, On the thermal development of the spark spectrum of carbon Astrophys J **16** p 61—72 (1992) Funke durch Bogen

[136] C Runge und F Paschen, Ueber die Zerlegung einander entsprechender Serienlinien im magnetischen Felde Berl Ber 1902 p 720—730 Astrophys J **16** p 123—134 (1902) Zeeman-Effect

[137] B Eginitis, Variations du spectre des étincelles C R **134** p 824—825 (1902) Einfluss der Selbstinduction

[138] C de Watteville, Sur les spectres de flammes C R **135** p 1329—1332 (1902) Vertheilung in Flammen

[139] W von Bolton, Ueber electrodisches Leuchten und eine neue spectroscopische Methode Zs f Electrochemie **9** p 913—922 (1903) Bei Electrolyse

[140] W Ritz, Zur Theorie der Serienspectren Diss Göttingen 1903 Ann d Phys (4) **12** p 264—310 (1903) Physic Zs **4** p 406—408 (1903) Bau, neue Linien

[141] H Lehmann, Ultrarothe Flammenspectra Zs wiss Photogr **1** p 135—139 (1903). In Flamme

[142] H Konen und A Hagenbach, Ueber die Linienspectra der Alcalien Physical Zs **4** p 800—804 (1903) Sitzber Niederrh Ges Natk p. 80—86 (1903) Keine neuen Serien

[143] P Lenard, Ueber den electrischen Bogen und die Spectra der Metalle Ann d Phys (4) **11** p 636—650 (1903) Vertheilung im Bogen

[144] H Ebert, Die anomale Dispersion der Metalldämpfe Physic Zs **4** p 473—476 (1903) An *Kα* und *Kγ*

[145] W Ritz, Ueber das Spectrum von Kalium Ann d. Phys (4) **12** p 444—446 (1903) Neue Linie

[146] A Fowler and H Shaw, On formula for spectrum series Astrophys J **18** p 21—32 (1903) Anwendung auf K

[147] F A Saunders, Some additions to the arc spectra of alcali metals Proc Amer. Acad **40** p 437—453 (1904), Physic Rev **18** p 452—454 (1904), Astrophys J **20** p 188—201 (1904) Bogen

[148] H Lehmann, Beitrage zur Kenntniss der ultrarothen Emissionsspectra der Elemente Physic Zs **5** p 823 (1904) Bogen

[149] H W Morse, Spectra from the Wehnelt interrupter Astrophys J **19** p 162—186 (1904), **21** p 223—235 (1905) In Wehneltunterbrecher

[150] F Exner und E Haschek, Wellenlängen-Tabellen für spectralanalytische Untersuchungen auf Grund der ultravioletten Bogenspectren der Elemente Leipzig und Wien 1904 Bogen

[151] C de Watteville, Spectres de flammes Thèse, Paris 1904 Phil Trans **A 204** p 139—168 (1904) Vertheilung, Linien in Flammen

[152] C de Watteville, Sur le spectre de l'arc C R **138** p 485—486 (1904) Verschiedene Phasen des Bogens

[153] C de Watteville, Sur les spectres de flammes des métaux alcalins C R **138** p 346—349 (1904) Vertheilung in Flamme

[154] H Ebert, Wirkung der anomalen Dispersion von Metalldämpfen Boltzmann-Festschrift p 447—454 (1904) Anomale Dispersion.

[155] W W Coblentz, Investigations of infra-red spectra Washington, Carnegie Institution 1905 Part II p 307—308 Bogen

[156] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectren der meisten Elemente Jena 1905 bei Fischer Bogen, Funke, Flamme

[157] A S King, Ueber Emissionsspectren von Metallen im electrischen Ofen Ann d Phys (4) **16** p 360—381 (1905) In electrischem Kohleofen

[158] H Crew and B J Spence, Variation of arc spectra with phase of the current producing them Astrophys J **22** p 199—203 (1905) Aenderung der Bogenlinien

[159] P Lenard, Ueber die Lichtemissionen der Alcalimetalldampfe und Salze und uber die Centren dieser Emissionen Ann d Phys (4) **17** p 197—247 (1905). In Flamme

[160] H Hermann, Messung der Wellenlängen rother Linien in einigen Bogenspectren Diss Tubingen 1904 Ann d Phys (4) **16** p 684—707 (1905) Bogen phosphorographisch

[161] R W Wood, The magnetic rotation spectra of vapours Johns Hopkins Univ Circ 1906 p 222—223 Absorption und Drehung

[162] J N Lockyer, Tables of wave-lengths of enhanced lines Solar physics committee 1906 Funkenlinien

[163] Lord Blythwood and W A Scoble, Photographs of certain arc spectra from λ 5800 to λ 8500 Astrophys J **24** p 125—127 (1906) Photographie

[164] W Beckmann, Spectroscopische Untersuchung uber die Verschiedenartigkeit der Theile des galvanischen Lichtbogens Diss Bonn 1906 Zs wiss Photogr **4** p 335—349 (1906) Vertheilung in Bogen

[164a] F Kurlbaum und Gunther Schulze, Temperatur nicht leuchtender, mit Metallsalzen gefärbter Flammen Verh physic Ges **8** p 239—247 (1906) Umkehrungsversuche in verschiedenen Flammen

[165] J Stark, Die electrische Ladung der Träger von Duplet- und Tripletserien Physic Zs **7** p 249—251 (1906) Verh d physic Ges **8** p 111—115 (1906) Dopplereffect

[166] P G Nutting, Line structure Astrophys J **23** p 64—78 (1906) Structur der Bogenlinien

[167] J Stark und K Siegl, Die Kanalstrahlen in Kalium- und Natriumdampf Ann d Phys (4) **21** p 457—461 (1906) Dopplereffect

[168] W N Hartley, Continuous rays observed in the spark spectra of metalloids and some metals Proc Roy Soc **78** p 403—405 (1906) Funke

[169] C Fredenhagen, Spectralanalytische Studien Ann d Phys (4) **20** p 123—173 (1906) In Nichtsauerstoffflammen

[169a] E Gehrcke und O Reichenheim, Anodenstrahlen Verh phys Ges **8** p 539 bis 566 (1906) In Anodenstrahlen

[170] W W Coblentz, Infra red emission spectra Physic Rev **22** p 1—30 (1906) Bogen

[171] T S Carter, The fluorescence, absorption, and magnetic rotation spectra of potassium vapor Physic Rev **24** p 536—537 (1907) Fluorescenz

[171a] E E Mogendorff, Spectralreeksen. Diss Amsterdam 1906 Serienformel

[171b] L Geiger, Ueber die Begleiterscheinungen des inversen longitudinalen Zeeman-Effectes Diss Göttingen 1907 Ann d Phys (4) **23** p 758—794 (1907), (4) **24** p 597—600 (1907) Drehung in Absorptionslinien

[172] H Auerbach, Spectroscopische Untersuchungen über das Verhalten der Metallsalze in Flammen von verschiedener Temperatur Diss Dr Ing Berlin 1907, Zs wiss Photogr **7** p 30—39, 41—66 (1909) Flammen

[173] W J H Moll, Onderzoek van ultra-roode spectra Diss Utrecht 1906 Proc Amsterd **9** p 544—548 (1907) Bogen

[174] A Bergmann, Beitrage zur Kenntniss der ultrarothen Emissionsspectren der Alcalien Diss Jena 1907 Zs wiss Photogr **6** p 113—145 (1908) In Bogen

[175] E Goldstein, Ueber zweifache Linienspectra chemischer Elemente Verh deutsch. physic Ges **9** p 321—332 (1907) Physic Zs **8** p 674—679 (1907) Astrophys J **27** p 25—34 (1908) In Vacuumröhren

[175a] C Fredenhagen, Ueber die Emissionsursache der Bunsenflammenspectren Physic Zs **8** p 404—407 (1907) In Vacuumrohr, Flammen

[176] W N Hartley, On some devices facilitating the study of spectra Proc Dublin Soc (2) **11** p 237—242 (1907) Astrophys J **26** p 363 368 (1907) Funke

[177] W J Humphreys, Arc spectra under heavy pressure Astrophys J **26** p 18—35 (1907) Bogen unter Druck

[178] C Fredenhagen, Ueber die Emissionsursachen der Spectren Physic Zs **8** p 729—730 (1907) Verh physic Ges **9** p 393—407 (1907) In Flammen und Vacuumrohren

[179] A de Gramont, Sur les raies ultimes ou de grande sensibilite des metaux, dans les spectres de dissociation C. R **144** p 1101—1104 (1907) Funke, Einfluss der Selbstinduction

[180] Fr Schon, Beitrage zur Kenntniss der anomalen Dispersion von Metalldampfen Diss Jena 1907 Zs wiss Photogr **5** p 149—172, 397—436 (1907) In Flammen

[181] F Leder, Ueber die absolute Intensitatsvertheilung im continuirlichen Grunde der Alcalimetallspectren, uber die Strahlung der Hefnerlampe und des Osmiums Ann d Phys (4) **24** p 305—325 (1908) Diss Kiel 1907 Flammenspectrum

[182] C Fredenhagen, Die Emissionsursache der Hauptserienlinien der Alcalimetalle und der Dopplereffect an Kanal- und Anodenstrahlen Physic Zs **8** p 927—928 (1907)

[183] W N Hartley, On the Thermo-chimistry of flame-spectra at high temperatures Proc Roy Soc **79** A p 242—261 (1907) Continuirliches Spectrum

[184] W H Moll, Ultra-red spectra Proc Amst **9** p 544—548 (1907) Versl Akad Wetensch **15** p 469—474 (1907) Arch Neerl (2) **13** p 100—134 (1908) Bogen

[185] C Fredenhagen, Emissionsursache der Bunsenflammenspectren Ber Chem Ges **40** p 2858—2861 (1907) In Flammen

[186] H Kayser, Zu den Hypothesen uber die Emissionscentren der Serienspectra Nach Versuchen von Herrn Li Fo Ki Zs wiss Photogr **5** p 181—183 (1907) Vertheilung in Bogen

[187] J H Pollock, Index of the principal lines of the spark spectra of the elements Proc Dubl Roy Soc **11** p 184—216 (1907) Quantitative Analyse

[188] E Goldstein, Ueber Erzeugung von Linienspectren Ann d Phys (4) **27** p 773 bis 796 (1908) In Vacuumrohren

[189] V Carlheim-Gyllenskold, Sur les luminescences causees par les rayons canaux Ark f Mat Astron och Fysik **4** No 33 (1908) Salze in Kanal- und Kathodenstralen

[190] J. H Pollock and A G G. Leonard, Quantitative spectra of barium, strontium calcium, magnesium, potassium and sodium Proc Dubl Roy Soc (2) **11** p 229—236, 257—269 (1908) Quantitative Analyse

[191] W N Hartley, An investigation of the connection between band and line spectra of the same metallic elements Trans Roy Dublin Soc (2) **9** p 85—138 (1908) In Flamme

[192] W W Coblentz, Ultrarothe Emissionsspectren Physic Zs **9** p p 60—64 (1908) In Bogen

[193] H Erfle, Zur anomalen Dispersion der Metalldampfe Verh physic Ges **10** p 35—59 (1908) Berechnung der Messungen Schons

[194] F Schon, Erwiderung auf Herrn Erfles Abhandlung, zur anomalen Dispersion der Metalldampfe Verh physic Ges **10** p 434—450 (1908) Berechnung der Messungen Schöns

[195] H Erfle, Bemerkung zu der Arbeit von Herrn Fr Schon „Beitrage zur Kenntniss der anomalen Dispersion von Metalldampfen Verh physic Ges **10** p 591—596 (1908) Gegen Schon

[196] C Runge, The spectra of alcalies Astrophys J **27** p 158—160 (1908) Einordnung neuer Linien

[197] E Riecke, Ueber eine raumliche Darstellung der Serienschwingungen und über die neue, von Bergmann entdeckte Serie des Kaliums Physic Zs **9** p 241—243 (1908) Einordnung neuer Linien

[198] F Paschen, Zur Kenntniss ultrarother Linienspectra I (Normalwellenlängen bis 27000 Å-E) Ann d Phys (4) **27** p 537—570 (1908) Bogen

[199] W. Humphreys, Ueber die Verschiebung der Spectrallinien durch Druck. Jahrbuch für Radioactivität 5. p. 324—374 (1908). Druckverschiebung.

[200] C. Runge, Ueber die Spectren der Alcalien. Physic. Zs. 9. p. 1—2 (1908). Einordnung neuer Linien.

[201] R. W. Wood and T. S. Carter, The fluorescence and magnetic rotation spectra of potassium vapor. Physic. Rev. 27. p. 107—117 (1908). Absorption, Bandenspectrum.

[202] E. Gehrcke und O. Reichenheim, Anodenstrahlen I. Ann. d. Phys. (4) 25. p. 861—884 (1908). In Anodenstrahlen.

[203] W. Ritz, Ueber ein neues Gesetz für Serienspectren. Physic. Zs. 9. p. 521—529 (1904). Combinationsprincip.

[204] H. Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldämpfen. Diss. Bonn 1909. Zs. wiss. Photogr. 7. p. 80—112 (1909). Anomale Dispersion.

[205] W. Ritz, Ueber die Spectren der Alcalien. Physic. Zs. 9. p. 214—245 (1909). Einordnung neuer Linien.

[206] P. V. Bevan, Anomalous dispersion by metallic vapours. Phil. Mag. (6) 18. p. 467 bis 411 (1909). Anomale Dispersion.

[207] R. Schillinger, Die Funkenspectren des Kaliums und Natriums. Wien. Ber. 118. IIa, p. 605—627 (1909).

[208] P. V. Bevan, The absorption spectrum of potassium vapour. Chem. News 100. p. 266 (1909).

Wie die Spectra der übrigen Alcalien, so ist auch dasjenige des Kaliums ausserordentlich oft untersucht worden. Durch die weite Verbreitung des Kaliums, die der des Natriums nicht sehr nachsteht, und durch die Empfindlichkeit seiner spectralen Reaction erklärt sich, dass bei zahlreichen spectroscopischen Untersuchungen, die zu anderen Zwecken angestellt wurden, auch gelegentliche Beobachtungen über Kaliumlinien gemacht wurden. Alle diese zerstreuten Notizen, zumal aus der chemischen Literatur, zu sammeln ist fast nicht möglich, aber auch ohne Bedeutung.

Im Folgenden sind die Arbeiten zunächst möglichst in chronologischer Reihenfolge besprochen, um das Auffinden einzelner Arbeiten zu erleichtern.

Die ersten Beobachtungen des Kaliumspectrums sind eng mit der Geschichte der Spectralanalyse verknüpft (vergl. Bd. I. p. 18 ff.). Die Färbung der Flammen durch Kalisalze ist zweifellos schon vor Herschel [1] bekannt gewesen. Doch hat dieser anscheinend als erster auf die violette Farbe mit Kalisalzen gespeister Flammen und die Möglichkeit, Kalisalze an der Färbung zu erkennen, hingewiesen. Dann hat Talbot [2] bei der Verbrennung von Salpeter mit Schwefel die beiden im äussersten Roth gelegenen Kaliumlinien ($K\alpha$) entdeckt. Brewster [3] hat die violette Flammenlinie (das Paar 4047, 4044) hinzugefunden und gleichzeitig auch die Angabe gemacht, dass die rothe Kaliumlinie mit der Linie A des Sonnenspectrums zusammenfalle. Es hat längere Zeit gedauert, bis dieser Irrthum erkannt worden ist. Brewster hat noch 1863 an dieser Meinung festgehalten [15], und Mascart hat im gleichen Jahre die rothe Kaliumlinie als Ersatz für die Linie der Sonne bei seiner Wellenlängenmessung benutzt [16], was Müller [19] vergebens versucht hatte. Kirchhoff [8] und Bunsen [9] haben anfangs auch eine Coincidenz von A mit der rothen Kaliumlinie angenommen. Dann hat aber Kirchhoff gefunden [10], dass die rothe Kaliumlinie doppelt und zugleich, dass sie brech-

barer sei als die A-Linie des Sonnenspectrums. Die Bemerkung ist aber anscheinend nicht beachtet worden, so dass die gleiche Beobachtung wiederholt als neu beschrieben worden ist, u. a. von Ångström [11a], Rutherfurd [14] und Kilburn [17]. In die ältere Zeit vor Kirchhoff und Bunsen fallen dann noch einige Notizen. Petri [4] macht Angaben über das Leuchten von Kaliummetall bei seiner Oxydation an Luft, ebenso Linnemann [7].

Von Cartmell [6] rührt die in Bunsen's Laboratorium verfasste Abhandlung über die Erkennung der Alcalien mittels Flammen und gefärbter Gläser her, in der auch des Kaliums gedacht wird, und die den unmittelbaren Vorläufer der Abhandlungen von Kirchhoff und Bunsen darstellt. (Vergl. Bd. I p. 80.)

In diesen wird das Funken- und Flammenspectrum beschrieben. Neben einem continuirlichen Spectrum finden Kirchhoff und Bunsen die rothe und blaue Linie in Flammen. Sie bestimmen die Empfindlichkeit der Flammenreaction und beschreiben Versuche über die Umkehr von Linien. Mit Hilfe des Sonnenlichtes gelingt es, auch die Kaliumlinien ebenso wie die Natriumlinien umzukehren. Schwache Linien des Metalls, — dass es sich um dieses letztere, keine Verbindung handeln müsse, wird ausführlich bewiesen, — lassen Kirchhoff und Bunsen fort.

Einige dieser Linien werden von Wolf und Diacon [11] als neu beschrieben.

Bei seiner Untersuchung der ultravioletten Spectra hat Miller [12a] vergebens nach Metalllinien in einem Funken zwischen Kaliumelectroden gesucht. Er findet nur Luftlinien. Auch Robinson [12] ist es nicht gelungen, bei Verwendung von Funken zwischen Metallelectroden in Luft und Wasserstoff das Funkenspectrum des Kaliums festzustellen, obwohl er zahlreiche Linien beobachtete.

Erhebliche Fortschritte bringen die Abhandlungen von Mitscherlich [13, 24]. Schon Kirchhoff und Bunsen hatten auf den Unterschied zwischen den Verbindungsspectren und den Spectren der Elemente hingewiesen und waren zu dem Schlusse gekommen, dass das Kaliumspectrum dem Metall ausschliesslich angehöre. Hier knüpft Mitscherlich an. Er findet, dass die Kaliumlinien gänzlich in Flammen mit H_2S, HCl oder HBr, ferner bei Zusatz von Salmiakdämpfen oder Chloroformdämpfen fehlen, ohne dass jedoch ein Verbindungsspectrum an die Stelle tritt. Weiter werden Kaliumsalze in einem Absorptionsrohre entweder in Absorption oder in der Weise untersucht, dass Funken durch den Dampf schlagen. Es zeigt sich, dass in einem Porzellanrohre weder das Carbonat, noch das Hydrat, noch das Chlorid in Absorption oder Emission die characteristischen Kaliumlinien zeigen. Wohl aber treten diese auf, wenn man Metall verdampft oder durch den Dampf den Funken schlagen lässt. Mitscherlich schliesst, dass die Verbindungen des Kaliums kein wahrnehmbares Spectrum besitzen, und dass man aus der Abwesenheit von Linien eines Elementes in einem Spectrum — z. B. in der Sonne — noch

nicht auf die Abwesenheit des Elementes schliessen konne. Endlich giebt Mitscherlich eine Zeichnung des Flammenspectrums des Kaliums.

An die Untersuchung von Mitscherlich knupft eine sich bis in die neueste Zeit erstreckende Reihe von Abhandlungen an, von denen wir zunachst nur diejenige von Diacon [23] nennen. Dieser kommt, wie Mitscherlich, zum Resultat, dass das Chlorid des Kaliums kein wahrnehmbares Verbindungsspectrum liefert.

In die gleiche Zeit fallen einige weitere Abhandlungen uber Kalium. Brasack [20] bestimmt erneut die Empfindlichkeit der Flammenreaction, die Belohoubek [25] im Anschluss an Kirchhoff und Bunsen zur Analyse von Mineralien und dem Nachweis von Kalium benutzen will. Dass infolge der Empfindlichkeit der Reaction die Kaliumlinien fast in allen technisch gebrauchten Flammen auftreten, finden viele, so Volpicelli [18], wenn Kalk in ein Knallgasgeblase gebracht wird, Lielegg in der Bessemerflamme [27]. Ueber ahnliche oft wiederholte Beobachtungen vergl. ds. Band p. 27 und p. 30, sowie Bd. I p. 156.

Die Ausmessung des Funkenspectrums durch Huggins [21] ist dadurch bemerkenswerth, dass dieser ausgezeichnete Beobachter eine Reihe von Funkenlinien gefunden hat, welche erst in neuester Zeit wieder gemessen worden, bis dahin aber der Aufmerksamkeit der meisten Beobachter entgangen sind. Thalen [29] hat dem gegenuber weniger Linien, hat aber genauer gemessen. In der ersten Abhandlung [26] giebt er eine Zeichnung des Spectrums, in der zweiten oculare Messungen, fur Funken zwischen Metallelectroden. Er sieht im ganzen acht Linien.

Gleichzeitig findet Freeman [30] an der Flamme von Explosionsgemischen ein vollstandigeres Spectrum von 17 Linien, die er jedoch nicht ausmisst. Seine Untersuchung ist spater von Liveing und Dewar genauer ausgefuhrt worden.

Plucker und Hittorf [22] sind die ersten, die Kalium in einer Vacuumrohre untersucht haben. Sie geben an, dass sie die gleichen Linien wie im Bunsenbrenner gesehen hatten, doch verbreitert, dazu zahlreiche neue Linien „der hoheren Temperatur der electrischen Entladung entsprechend.“

Die Notiz von Becquerel [28] bezieht sich nur auf die Methode zur Erzeugung des Funkenspectrums. Bei Verwendung von Losungen sollen die Linien mit denen von Bunsen und Kirchhoff identisch sein, doch relativ lichtstarker im brechbaren Theile des Spectrums.

Ueber den Inhalt der ersten Arbeit von Lecoq de Boisbaudran [31] ist bereits im zweiten Bande p. 496 und 481 berichtet worden. Lecoq vergleicht das Spectrum des Kaliums mit demjenigen des Rubidiums und findet angebliche Gesetzmassigkeiten.

In einer weiteren Arbeit behandelt Lecoq das Spectrum des uncondensirten Funkens gegen eine Kaliumsalzlosung [32]. Er findet neue Linien und eine Schwachung der gleichzeitig auftretenden Stickstoffbanden durch die Kaliumlinien. Weitere Untersuchungen uber den gleichen Gegenstand sind

zusammenfassend in dem Werke Lecoq's „spectres lumineux" dargestellt [38]. Lecoq untersucht hier den Funken nach geschmolzenem Kaliumsulfat, ferner das Flammenspectrum des Chlorids und giebt Tafeln, Messung und Beschreibung.

Es folgt eine Reihe von Arbeiten von Roscoe und Schuster sowie von Lockyer über die Absorption des Kaliumdampfes bei verschiedenen Temperaturen und verschiedenen Dichten. Man vergl. Band III p. 332. Roscoe und Schuster [32] zeichnen und messen das Absorptionsspectrum des K-Dampfes in einer Glasröhre in Wasserstoffatmosphäre. Im Roth bis Grün entwickelt sich mit verschiedener Vollständigkeit, je nach der Temperatur, ein Bandenspectrum, das seine Kanten nach den kurzen Wellenlängen kehrt. Rothglut führt keine Aenderung im Spectrum herbei. Die Kaliumlinien im Roth und Blau erscheinen nicht umgekehrt.

Lockyer [34, 35, 36] benutzt eine lange Eisenröhre in einem Kohleofen. Auch er sieht das Bandenspectrum bei bestimmter Temperatur, bei anderer Temperatur continuirliche Absorption. Ferner bemerkt er Absorptionslinien und an diesen je nach der Dichte des Dampfes complicirte Verbreiterungserscheinungen, die vielleicht auf Rechnung aufgetretener anomaler Dispersion zu setzen sind. Die Umkehrungserscheinungen an den Linien des Kaliums sind später von Liveing und Dewar eingehend untersucht worden.

Es schliesst sich zeitlich die Abhandlung von Bunsen über Spectralanalyse an [39]. Bunsen giebt hier Zeichnungen des Funken- und Flammenspectrums. Das erstere ist sehr unempfindlich. Lösungen von KCl geben auf Kohlespitzen überhaupt keine Linien. Bunsen empfiehlt daher das Flammenspectrum für alle Zwecke der qualitativen Spectralanalyse.

Im Zusammenhange hiermit mag die Arbeit von Jones [40] genannt sein, in der beiläufig auch die Empfindlichkeit der Flammenreaction für Kalium gleich $^{6}/_{10000}$ mgr bestimmt wird. Spätere Proben haben diesen Werth noch bedeutend herunter gedrückt.

Nach Plücker und Hittorf hat sich zuerst Salet [33, 41, 72] wieder mit dem Spectrum des Kaliums in Vacuumröhren beschäftigt. Schuster hatte gefunden, dass das Stickstoffspectrum in Vacuumröhren durch Einführung von Natrium geschwächt wird, während Linien unbekannten Ursprungs auftreten. Salet [41] weist nach, dass diese Linien Kaliumlinien sind. Die von ihm annähernd gemessenen Linien sind in der folgenden Tabelle gekennzeichnet. Die rothe Linie fehlt merkwürdiger Weise unter den angegebenen Linien. Doch ist das blaue Paar der Hauptserie vorhanden, so dass sich nicht etwa Schlüsse auf Abwesenheit der Hauptserie ziehen lassen.

In der Arbeit von Ciamician [43] wird der Funke nach Flüssigkeiten benutzt. Auch werden Zeichnungen gegeben. Für die Ausführungen Ciamician's über die Beziehung des Kaliumspectrums zu anderen Spectren vergl. Bd. II p. 585.

Zu interessanten Ergebnissen kommt Gouy in mehreren Arbeiten, [42] [50], die in [50] zusammengefasst werden. Gouy untersucht und photometrirt

das Flammenspectrum von verschiedenen Kaliumsalzen bei verschiedener Dichte des Salzdampfes in den untersuchten Flammen und bei verschiedener Dicke der leuchtenden Schicht. Er findet die Absorption in dem continuirlichen Flammenspectrum von Kaliumchlorid und Kaliumphosphat sowie weiteren Salzen unmerklich, so dass sich mit Verdopplung der strahlenden Schichtdicke auch die Helligkeit verdoppelt. Bei der rothen Kaliumlinie wächst die Helligkeit für die eine Componente im gleichen Falle dagegen nur auf 1.63, für die andere längere auf 1.4 bei mittlerer Dampfmenge. Weiter werden zahlreiche Einzelangaben über das Helligkeitsverhältniss der Componenten des rothen Paares bei verschiedenen Dampfdichten sowie im Verhältniss zum Grunde gemacht. Der continuirliche Grund wird dabei in zwei verschiedene Theile getheilt, die sich verschieden verhalten. Endlich finden sich Angaben über die verschiedene Helligkeit der Linien im inneren Conus und in der Flamme. An die Arbeit von Gouy knüpfen die später zu besprechenden Arbeiten von Smithells, Lenard, Leder u. a. an.

Es folgt nun eine Reihe von Arbeiten von Liveing und Dewar, in denen theils die Absorption des Kaliumdampfes, theils das Bogenspectrum, insbesondere die Selbstumkehrungen darin untersucht werden. Von den zahlreichen interessanten Einzelheiten können nur einige wenige hier wiedergegeben werden. Ueber einen Theil derselben ist bereits Bd. II p. 250 und Bd. III p. 332 berichtet worden. In einer ersten Arbeit wird die Absorption in Gemischen von K, Na und Li untersucht. In H-Atmosphäre beeinflussen sich die Metalle gegenseitig [44] [45].

In [46] finden Liveing und Dewar das merkwürdige Ergebniss, dass Kalium mit Magnesium gemischt 2 Banden liefert, die in jeder der Componenten des Gemisches fehlen. Die eine Bande liegt bei 6580 und ist diffus, die andere, bei 6475 ist stets scharf.

Weiter wird die Umkehrbarkeit verschiedener Metalllinien im electrischen Ofen geprüft [49]. Bei Kalium ergiebt sich, dass die beiden Paare der Hauptserie bei 7700 und 4047 leicht gegen den weissglühenden Grund des Ofens umgekehrt werden können.

Bei der Untersuchung von Kaliumsalzen im Kalkblock (vergl. Bd. I p. 150) [56a] finden Liveing und Dewar [51] weiter eine Reihe von Linien des Bogenspectrums, an denen ihnen zugleich die Wiederholung ähnlicher Gruppen von 4 Linien (je zweier Paare der Nebenserien) auffällt.

Dewar [56] macht dann später noch auf die Aehnlichkeit der „Serien" bei K und Na aufmerksam.

Endlich vervollständigen Liveing und Dewar ihre Beobachtungen durch eine photographische Ausmessung des ultravioletten Bogenspectrums, sie finden dabei [26] die aus Paaren bestehenden Glieder der Hauptserie, die alle leicht umkehrbar sind und an Intensität abnehmen mit abnehmender Wellenlänge [61].

An dieser Stelle seien zugleich die späteren Untersuchungen Liveing's und Dewar's über das Spectrum des Kaliums in explodirenden Gemischen und

über den Einfluss des Druckes auf das Flammenspectrum genannt. Schon Freeman hatte beobachtet, dass [62, 64] Kaliumsalze in Explosionsgemischen linienreiche Spectra liefern. Dies wird bestätigt. Ausser den Paaren der Hauptserie, die bis 3445 photographirt werden, treten Linien der Nebenserien, vielleicht auch Funkenlinien auf. Besonderen Werth legen Liveing und Dewar auf die Thatsache, dass unterhalb 3445 das Spectrum des Explosionsgemisches keine Linien mehr aufweist. Man vergl. weiter unten die Untersuchungen von Watteville [138, 151] und Auerbach [172], deren Resultate es wahrscheinlich machen, dass das Abbrechen des Spectrums nur ein scheinbares ist.

Endlich finden Liveing und Dewar [79] in Flammen, die unter Drucken bis zu 40 Atmospahren brennen, dass die Flammenlinien sich nicht mit steigendem Druck, sondern nur bei Druckveränderungen verbreitern.

Wir sind damit bereits erheblich in der Zeit vorausgeeilt und wenden uns nun zum Ende der 70er Jahre zurück.

Cappel [47] untersucht die Empfindlichkeit der Reaction des Kaliums im Funkenspectrum und findet 0.0025 mgr. Man vergl. Band I p. 230.

Lockyer [50] lässt Funken durch Flammen mit Kaliumsalzen schlagen. Er findet dabei je nach der Dichte des Dampfes die Intensität der Linien verschieden, theilt diese in Linien hoher und niedriger Temperatur. Man vergl. Bd. II p. 257.

Weiter untersucht Lockyer [48] [53] das Spectrum des Kaliumdampfes, wenn dieser in einer evacuirten Röhre entwickelt und der Funke hindurchgeschickt wird. Lockyer findet, dass sich der Dampf in Schichten theilt, die nur einzelne Liniengruppen emittiren. So fehlt in einer Schicht die rothe Linie.

Endlich stellt Lockyer [55] Vergleiche zwischen dem Sonnenspectrum und dem Kaliumspectrum an. Er findet Coincidenzen, die jedoch auf ungenauen Messungen beruhen (vergl. Kayser und Runge [77]). Thudichum [54] macht einige Bemerkungen über die Empfindlichkeit der Flammenreaction, für Phosphate.

Schuster [57] behandelt die Serien im Bandenspectrum und Linienspectrum.

Die Arbeiten von Becquerel [58] [60] [65] bringen die erste Untersuchung des ultrarothen Bogenspectrums auf phosphorographischem Wege. Die ersten Wellenlängen sind sehr ungenau. Becquerel [65] ersetzt sie durch bessere Messungen mit einem Gitter.

Die Bemerkungen von Fievez über die angebliche Verbreiterung der Linien durch Steigerung der Temperatur [63] oder in einem Magnetfelde [66] mögen hier nur erwähnt sein, die Deutung seiner Versuche ist schon in Bd. II p. 304 besprochen. Fievez beschreibt in [63] Umkehrungserscheinungen der K-Linien in der Knallgasflamme, in [66] die Verbreiterung und Umkehr der rothen K-Linie, wenn die Flamme zwischen den Polen eines Magneten brannte und das Feld erregt wurde. Vergl. Bd. III p. 615.

Foehr [67] macht Angaben uber die Beeinflussung der Flammenlinien des K durch gleichzeitig anwesendes Lithium, ferner uber die Wirkung von Salmiakdampfen.

Winkelmann findet an der rothen K-Linie anomale Dispersion, wenn Metall in einer prismatischen Flamme verdampft wird [69].

Ebert [70] untersucht die Verbreiterungserscheinungen mit Hilfe von Interferenzen an der rothen und blauen Linie. Man vergl. Bd. II p. 316 bis 317.

Weiter misst Deslandres das rothe Kaliumpaar ocular mit Rutherfurd-Gitter im Bogen [73], während Rowland [74] in seiner Normalen-Liste fur das blaue Paar die Werthe 4047.373 Int. 30 und 4044.301 Intens. 50 giebt.

Es folgen nun die bekannten Arbeiten von Kayser und Runge, in denen zum ersten Male das ganze Bogenspectrum von 7700 abwärts ausgemessen und der gesetzmässige Bau des Kaliumspectrums aufgedeckt wird. In einer ersten Mittheilung von Runge [71] wird die gemeinsame Arbeit angekundigt. In der ausfuhrlichen Abhandlung [77] [78] werden die Messungen und die Vertheilung der Linien auf die Serien gebracht, die alle von Kayser und Runge gemessenen Linien aufnehmen. Bei der Verwendung grosser Dispersion macht die Aufnahme der Nebenserien und der hoheren Glieder der Hauptserie Schwierigkeiten. Die Glieder der Nebenserie erscheinen zum Theil als unscharfe Bander. Die hoheren Glieder der Hauptserie kehren sich um, ohne sich zu verbreitern, und heben sich von dem schwachen continuirlichen Hintergrunde kaum ab. Man vergl. fur den Bau des Kaliumspectrums Bd. II p. 523 sowie Bd. II, Tafel 1, No. 1, No. 6. In der Sonne finden Kayser und Runge keine Kaliumlinien. Nach neueren Vergleichen von Rowland und Jewell [103] [106] finden sich allerdings doch die Glieder des blauen Paares der Hauptserie im Sonnenspectrum, doch unverhaltnissmassig schwach. Vergl. auch Bd. II p. 348.

Fur die Arbeiten Rydberg's über die Serien, in denen auch das Kaliumspectrum behandelt wird, vergleiche man Bd. II p. 525ff.

Das ultrarothe Bogenspectrum hatten Kayser und Runge nicht untersucht. Dies fuhrt Snow [82] aus, der auf radiometrischem Wege eine Anzahl Linien findet, darunter auch die bereits von Becquerel [60] nach der phosphorographischen Methode gefundenen. Ausserdem findet Snow [88] ein continuirliches Spectrum. Die Messungen sind sehr ungenau, so dass sich die Zugehorigkeit der Linien zu den Serien nicht beurtheilen lasst. Ausserdem sind zahlreiche Verunreinigungen allen gemessenen Bogenspectren gemeinsam, wie Kayser und Runge nachweisen [89] und Snow [91] zugiebt.

Es folgt nun eine Reihe von Arbeiten, in denen das Kaliumspectrum nach den verschiedensten Richtungen hin untersucht wird. Gooch und Hart [80] versuchen eine quantitative Spectralanalyse des K. Vergl. ds. Bd. p. 23.

Newth [81] sowie Dudley [83] machen Angaben uber die Farbe dunner Kaliumschichten. Letzterer untersucht ausserdem das Absorptionsspectrum

fein vertheilter Kaliumniederschläge und findet, dass der glühende Dampf eine violette Farbe besitze.

Eder und Valenta [84] untersuchen ocular und photographisch das Spectrum der Bunsenflamme von 7000 abwärts. Unter Verwendung langer Expositionszeiten finden sie im Ultraviolett noch Paare der Hauptserie bis 3217. Das Spectrum gleicht sehr dem Bogenspectrum. Seine Linien sind unschärfer als die Linien des Funkens. Ausserdem tritt ein intensives continuirliches Spectrum auf von etwa 6400 bis 2800.

Bald darauf untersuchen Eder und Valenta [94] auf photographischem Wege mittels Prismenapparaten auch das Funkenspectrum des Kaliums. Wie schon andere Beobachter vor ihnen finden sie Lösungen von Salzen wenig geeignet zur Herstellung des Funkenspectrums. Besser ist schon ein Funke zwischen einem Amalgam und einer Kohlenspitze, wieder besser ein Funke zwischen einem geschmolzenen Salze und einer Kohlenspitze, am besten ein Funke zwischen Metallelectroden in einer Wasserstoffatmosphäre. Während Eder und Valenta im Sichtbaren im Wesentlichen die Linien des Bogenspectrums und dazu die schon von Thalén beobachteten Linien, mit Ausnahme der höheren Glieder der Nebenserien wiederfinden, erweist das Funkenspectrum des Kaliums sich im Ultraviolett als äusserst linienreich. Beiläufig wird auch das Bogenspectrum untersucht.

Gegen einige, von Lecoq gemessene Linien werden Einwendungen erhoben. Darauf antwortet Lecoq, indem er die Richtigkeit seiner Angaben bis auf eine einzige Linie nachweist [116].

Wir greifen wieder einige Jahre zurück und nennen zuerst die Arbeiten, die sich mit dem spectroscopischen Nachweis von Kalium beschäftigen. Cochain [87] photographirt das Spectrum des Bunsenbrenners. Er findet im Ultraviolett die Paare der Hauptserie bei 4047 und 3447.

Hartley beginnt die bis in die neueste Zeit fortgesetzte Reihe von Arbeiten über die Spectra von Metallen in der Wasserstoff-Sauerstoffflamme. In einer ersten Arbeit [85] macht er Mittheilungen über den spectralen Nachweis von Kalium unter Vermeidung der Chloride. Man vergl. diesen Band p. 18.

In einer weiteren Arbeit [86] werden die Spectra der Alcalien in der H-O-Flamme photographirt und schöne Tafeln gegeben. Neben den Linien des Kaliums findet sich ein intensives und ausgedehntes continuirliches Spectrum, das von Hartley dem Metall selbst zugeschrieben wird.

Aehnlich wie Hartley verwendet auch Vogel die Leuchtgas-Sauerstoffflamme zur Analyse von Mineralien [93].

Bei Lewis und Ferry [95, 96] findet sich die Bemerkung, dass sie die von Becquerel gemessenen Kaliumlinien im Ultraroth nicht wieder gefunden hätten. Vielleicht ist die Ursache hierfür das im Ultraroth auftretende continuirliche Spectrum.

Demarçay [91] macht in seinem Atlas keine genaueren Angaben für Kalium. Er erwähnt nur, dass die blaue Linie noch bei 300facher Verdünnung sichtbar gewesen sei.

Lundström [98] beobachtet Kalium-Linien in der Bessemerflamme. Man vergl. hierzu Hartley [101a] sowie diesen Band p. 37ff. In den meisten dort genannten Arbeiten finden sich auch gelegentliche Bemerkungen über Kaliumlinien.

Bei seiner Analyse geschmolzener Salze untersucht de Gramont [105] [117] auch Kaliumverbindungen. Er benutzt im Gegensatze zu Lecoq condensirte Entladungen und findet die Spectra des geschmolzenen Sulfates, Chlorids, Bromids sowie weiterer Salze gleich, die Intensitätsvertheilung ähnlich der Intensitätsvertheilung im Funken. In zahlreichen Arbeiten wird dann die Methode auf die Analyse von Mineralien angewendet (vergl. auch diesen Band p. 16 u. 17) [118] [119] [120].

In [92] giebt Rowland Wellenlängen aus dem Bogen für das erste blaue Paar der Hauptserie nebst Vergleich mit dem Sonnenspectrum. Hier findet er nur eine sehr schwache Linie, die der Linie 4044 entspricht.

In der Preliminary Table [103] führt Rowland als einzige Kaliumlinien der Sonne (corrigirt nach [40]) 4044 Intens. 0 und 4047 Intens. 00 d.

Im Anschluss daran giebt Jewell [106] die Verschiebung der Kaliumlinien in der Sonne gegen diejenige des Bogens.

C. Baldwin [100] beschäftigt sich mit der Vertheilung der Kaliumlinien innerhalb eines Kohlebogens und mit dem Einfluss von anwesendem Kaliumdampf auf die Cyan- bezw. Kohlebanden und gleichzeitig im Bogen leuchtende Metalldämpfe (vergl. auch Bd. I p. 163). Sie findet, wie vorher und nachher zahlreiche Beobachter, dass der Kaliumdampf die Cyan- bezw. Kohlebanden schwächt[1]), ferner dass er die sonst am positiven Pol stärksten Metalllinien mehr als alle anderen Metalllinien schwächt und endlich, dass er am negativen Pole die hellsten Linien giebt.

Dies letztere Resultat wird auch von Foley [111] bestätigt. Doch lassen sich gegen beide Versuche Einwände erheben. Vergl. dazu Bd. I p. 163.

Smithells knüpft an die Untersuchungen von Mitscherlich und Gouy an [101]. Er findet, dass Chlordämpfe und Salmiakdämpfe in Flammen die Kaliumlinien schwächen oder auslöschen, und ferner, dass sie in verschiedenen Schichten der Flamme verschiedene Intensität haben. Er schliesst aus seinen Beobachtungen, dass der Kaliumdampf in Flammen durch chemische Processe zum Leuchten erregt werde. Man vergl. dazu Bd. II p. 248, sowie Watteville [153], Lenard [149], Fredenhagen [178].

Wiedemann und Schmidt entdecken die Fluorescenz des Kaliumdampfes [102]. Wood [201] und Carter [171] untersuchen diese genauer. Ueber die einschlägigen Versuche und Resultate ist bereits Bd. IV p. 937

1) Weitere Literatur hierzu siehe Bd. I, § 167, Bd. II, § 248.

ausführlich berichtet worden. Man kann sagen, dass das Fluorescenz- oder Resonanzspectrum des Kaliumdampfes bei Anregung mit weissem Licht im Grossen und Ganzen dem von Roscoe und Schuster gefundenen Absorptionsspectrum entspricht, wenn dieses auch eine grössere Zahl von Linien besitzt. Ausserdem folgt, dass ein Theil des Bandenspectrums des K von magnetisch beeinflussbaren Centren ausgesendet wird.

Wiedemann und Schmidt [102] untersuchen ausserdem auch noch das Spectrum des Kaliumdampfes in Vacuumröhren unter Einfluss von electrischen Entladungen und finden das gleiche Spectrum wie bei Erregung durch Licht.

Die Versuche von Arons [104] beziehen sich auf den Lichtbogen in Vacuumröhren. Lampen mit Hg-K-Amalgam zeigen sich spectroscopisch wenig empfindlich, in der gekühlten Röhre erscheinen bis 20 Amp. keine K-Linien. Erst bei 5 Amp. erscheinen in der ungekühlten Röhre die beiden rothen Linien in allen Theilen der Entladungsbahn. Bei Benutzung einer Röhre mit K-Na-Amalgam fehlt merkwürdiger Weise die rothe Linie. Dagegen zeigen sich Linien bei 5832, 5813, 5802, 5783, 5360, 5346, 5342, 5085, 4046, ausserdem eine Linie unbekannten Ursprungs bei 4400. Das Spectrum scheint also dem Bogenspectrum zu gleichen und das Fehlen der rothen Linien wird sich vielleicht durch Nebenumstände erklären, da ja das folgende Glied der Hauptserie vorhanden ist.

Die Arbeiten von Schuster [107] und Rummel [109] [113] beziehen sich auf Zusammenhänge zwischen den Schwingungszahlen des K-Spectrums. Man vergl. Bd. II p. 557 und 568.

Bei Humphreys [118] [112] findet man die Druckverschiebung der Linien 4047 und 4044 für 8½ und 9 Atm. (berechnet auf 12 Atm. und $\lambda = 4000$ $d\lambda = 109$ Tausendtel A.). In neuester Zeit [177] [199] hat Humphreys dann seine Messungen bis auf 42 Atm. ausgedehnt.

Es folgt nun die Ausmessung des Funkenspectrums des Kaliums abwärts von 4600 durch Exner und Haschek [114], verbessert in den Wellenlängentabellen [128]. Da Kaliumnitrat auf Kohlen benutzt wird, so treten im Funken nur verhältnissmässig wenige Linien auf (unterhalb 4340 zusammen 27).

Die Notiz von Lecoq ist bereits früher erwähnt, ebenso die folgenden Arbeiten von de Gramont [117, 118, 119, 120].

Schuler [124] bestimmt die Empfindlichkeit der spectralen Reaction verschiedener Kaliumsalze im Bunsenbrenner und im condensirten Funken. Seine Zahlen sind weiter unten angegeben.

Lehmann photographirt als erster das rothe Kaliumpaar und misst es mit Gitter [122, 124].

Die Arbeit von Sutherland [123] ist rein theoretisch. Vergl. Bd. II, p. 584.

Es folgt nun eine Reihe von Arbeiten von Hartley und Ramage, in denen auch der spectroscopische Nachweis von Kalium behandelt wird. In mehreren Arbeiten wird im Anschluss an frühere Untersuchungen die Ver-

wendung der H-O-Flamme zur Analyse von Mineralien beschrieben [117a, 118a, 125, 126]. Bei den meisten geprüften Körpern treten auch Kaliumlinien im Spectrum auf. Dies gilt besonders auch von Meteoriten [118a] und von Staub verschiedener Herkunft [127]. Dabei wird nicht nur die Linie 4044/47, sondern auch in den meisten Fällen die Linie 5805 erhalten [127]. Beim Bessemerprocess treten die Kaliumlinien während des Blasens stark [126, 131] auf. Besonders bemerkenswerth ist das Verhalten der Linie 4642, die mit abnehmendem Gehalte an Kalium an Intensität zunehmen soll. Auch verhalten sich die Linien des Kaliums während der verschiedenen Theile des Processes verschieden. Wird zu lange geblasen, so werden sie schwach.

Ramage allein [125a] [130] benutzt die H-O Flamme, um ein vollständiges Spectrum des Kaliums zu erhalten. Insbesondere werden die Linien der Nebenserien sehr stark. In einer ersten Arbeit wird das Flammenspectrum mit anderen Spectren verglichen, ferner wird der Vergleich mit den Spectren der anderen Alcalien zur Aufstellung theoretischer Beziehungen benutzt. In der zweiten Arbeit wird das Flammenspectrum vollständiger ausgemessen. Es hat grosse Aehnlichkeit mit dem Bogenspectrum, reicht im Ultraviolett bis 3217 und bringt einige früher nicht beobachtete Linien. Auf Grund seiner Messungen berechnet Ramage die Serienconstanten neu.

Haschek [127a] beschreibt Umkehrungserscheinungen und angebliche Druckverschiebung für das Paar 4047/44 im Funkenspectrum.

Lenard [129] untersucht die Wanderungsrichtung und Geschwindigkeit des in einer Bunsenflamme leuchtenden Kaliumdampfes in einem transversalen electrischen Felde und kommt zu dem Schlusse, dass der leuchtende Kaliumdampf aus ständig oder intermittirend positiv geladenen Theilen bestehe.

In Kathodenstrahlen untersucht Lewis [132] den Kaliumdampf. Er findet hellpurpurfarbenes Leuchten. Im Grün sind die Linien 5783, 5802, 5832 sowie Spuren schwacherer Linien zu sehen. Das rothe und violette Paar der Hauptserie konnten nicht wahrgenommen werden. Lewis erklärt dies durch ihre Lage im Spectrum und meint, die Gesammtfarbe beweise die Anwesenheit der Hauptserie schon zur Genüge.

Für die Arbeiten von Wood [133, 134], die die Absorption in fein vertheiltem festen Kalium behandeln, vergl. Bd. IV p. 579 u. 550.

Bei Adeney [131a] findet man Tafeln der Funkenspectra von Kaliumchromat und Kaliumpermanganat, mit Scala, jedoch ohne Messungen.

Interessante Detailangaben machen Crew und Baker [135]. Sie lassen einen Funken durch die Gase eines Wechselstrombogens in verschiedenen Phasen des letzteren schlagen. Als Electroden dienen Kohlestäbe. Beide Entladungsstrecken sind gekreuzt. $^5/_{12}$ Sec. nach Auslöschen des Bogens erscheinen die K-Linien 4047, 4044, 3447, 3446 sehr stark. Bis etwa 5 Sec. nach Erlöschen des Bogens sind sie im Funken sichtbar. Dann verschwinden sie, während Linien anderer Elemente noch zunehmen an Intensität. Ohne vorhergehende Zündung des Bogens sind sie im Funken nicht sichtbar.

Runge und Paschen [136] berichten, dass sie vergebens versucht hatten, an den Linien des Funkenspectrums von K den Zeeman-Effect zu beobachten, die Linien erwiesen sich als zu unscharf

Eginitis [137] untersucht den Einfluss der Selbstinduction auf das Funkenspectrum Er findet, dass im Gegensatz zu anderen Metallen die Spectra der Alcalien, besonders auch das des Kaliums, durch Steigerung der Selbstinduction nicht ausgeloscht werden konnen Vielmehr werden die Linien der Nebenserien relativ verstarkt

Von Bolton [139] beobachtet das Linienspectrum in Salzlosungen an der Kathode bei der Electrolyse Er giebt kleine Zeichnungen, die Aehnlichkeit mit dem Bogenspectrum vermuthen lassen, jedoch keine Messungen

In [138] bringt de Watteville eine vorlaufige Mittheilung uber seine Untersuchung des Bunsenflammenspectrums, uber die in [151] und [153] ausfuhrlich berichtet wird Bei langen Expositionszeiten findet de Watteville ein sehr vollstandiges, dem Bogenspectrum ahnliches Spectrum von Kalisalzen in der Bunsenflamme Man vergl dazu die Tabellen weiter unten Die Linien der verschiedenen Serien und in diesen wieder die Linien verschiedener Ordnungszahlen sind jedoch keineswegs uberall in der Flamme gleich stark Es lassen sich in verticaler Richtung drei Zonen in der Flamme unterscheiden Ueberall sind die niedrigen Glieder der Hauptserie zu sehen Am wenigsten aufwarts reichen die hohen Glieder der Nebenserien

Die nachste Arbeit von Ritz [140] ist rein theoretisch Sie ist hier nur genannt, weil Ritz aus seinen Formeln neue Kaliumlinien berechnet und weil er das Glied $m = 4$ der zweiten Nebenserie, das schon Kayser und Runge vergeblich gesucht hatten, neu berechnet Es gelingt Ritz [145] dann, wenigstens ocular die eine dieser Linien zu finden und zu messen, berechnet 6964 7, gefunden 6964.4 ± 0 5 Spurenweise sieht Ritz zwei Linien bei 7240 und 7120

Lehmann [141] photographirt zunachst in der Flamme das rothe Kaliumpaar Dann gelingt es ihm, mittels der phosphorographischen Methode ein Kaliumpaar im Bogen bei 12500 nachzuweisen [148] Bergmann [174] hat neuerdings diese Untersuchung fortgesetzt

Konen und A Hagenbach [142] versuchen vergebens im Bogen und im Geblase in derselben Weise neue Nebenserien aufzufinden, wie das bei Li und Na gelungen war Bei dieser Gelegenheit werden die Linien von Ramage bestätigt

Etwas spater fuhrt Saunders [147] ahnliche Messungen am Bogenspectrum aus Er findet die von Ritz gemessene Linie wieder und misst $\lambda =$ 6966 3, ferner eine neue Linie bei 7931 8 Mehrere andere Linien, darunter das rothe Kaliumpaar, werden genauer gemessen Fowler und Shaw [146] berechnen die Hauptserie des K nach neuer Formel Morse [149] untersucht das K-Spectrum im Wehneltunterbrecher Er verwendet Kohleelectroden in

einer Lösung des Carbonates und vergleicht mit dem Bogen- und Funkenspectrum Das Spectrum gleicht am meisten dem Bogenspectrum

Dies letztere wird von Exner und Haschek [150] in seinem ultravioletten Theile gemessen Es finden sich nur Paare der Hauptserie

Die Abhandlung von Lenard [143] beschäftigt sich hauptsächlich mit den Bogenspectren von Li und Na Doch wird für alle Alcalien, auch K, behauptet, dass der Bogen aus Hohlflammen bestehe, deren jede im Wesentlichen nur einen Theil des Spectrums, z B die Hauptserie emittire Das Ergebniss ist ähnlich demjenigen von Watteville für Flammen, wird jedoch von Lenard anders interpretirt, indem er verschiedene electrische Zustände des Kaliumatoms in den verschiedenen Schichten annimmt In einer zweiten Arbeit wird dies weiter verfolgt [159] Zunächst wird das farbige Glühen der Kaliumsalze in der Bunsenflamme und im Gebläse untersucht Von zahlreichen untersuchten Salzen sei nur erwähnt, dass KJ, KF, KHO in glühendflüssigem Zustande grünes Licht aussenden, dessen Spectrum ein flaches Maximum im Grün besitzt Blau und Violett sind schwach vorhanden Oberhalb 660 verschwindet das Spectrum In Durchsicht erscheinen geschmolzenes KJ und KBr gelbroth Das Kaliumborat macht eine Ausnahme, ist ungefärbt

Dann untersucht Lenard das continuirliche Flammenspectrum Er unterscheidet zwischen dem eigentlichen continuirlichen Grunde und den „Höfen" der Hauptserienlinien Diese letzteren werden als Verbreiterungserscheinungen an den Linien aufgefasst, sind jedoch bei Kalium nur undeutlich zu beobachten Das continuirliche Spectrum wird, wie auch von Hartley, dem Metall selbst zugeschrieben und beim Chlorid, Bromid, Jodid, Sulfat, Nitrat, Silicat beobachtet Die Helligkeitsvertheilung ist unabhängig vom Salz, zeigt ein helles Maximum in Grün, das nach Orange steil, nach Blau langsam abfällt Die Auffassung des ultravioletten Theiles des continuirlichen Spectrums als Aggregat von Höfen der Hauptserienlinien, muss freilich angesichts des photographisch nachweisbaren scharfen Characters der betr Linien bezweifelt werden Die Gesammtfarbe des continuirlichen Spectrums in der Flamme soll nach Lenard übereinstimmen mit der Glühfarbe der geschmolzenen Salze Beide Emissionen werden von Lenard geradezu identificirt

Endlich wird die Vertheilung der Emission der verschiedenen Theile des Kaliumspectrums in den verschiedenen Theilen eines Bunsenbrenners in ähnlicher Weise wie bei Gouy untersucht Die Resultate weichen in den Einzelheiten von denjenigen Gouy's sowohl wie von denjenigen de Watteville's ab Sie lassen sich dahin zusammenfassen, dass sowohl die Nebenserienlinien als auch das continuirliche Spectrum hauptsächlich vom äusseren Saum der inneren Flamme ausgesendet werden Im Verein mit den Beobachtungen über electrische Wanderung wird hieraus geschlossen, dass beide Emissionen an die gleichen Träger gebunden sind, und es wird die Hypothese aufgestellt, dass der continuirliche Grund durch die Höfe, also durch die Verbreiterung der Linien der Nebenserien entstehe Aus den theoretischen Erörterungen sei nur

erwähnt, dass Lenard, wie schon in seiner früheren Arbeit, eine wechselnde Ladung der leuchtenden Atome annimmt. Die Hauptserie wird dem neutralen Atom, die Nebenserien den durch Abgabe negativer Electroden positiv geladenen Atomen zugeschrieben. (Man vergl. weiter unten [181] und [186].)

In ähnlicher Weise wie in der Flamme untersucht Watteville das Verhalten der Linien des Kaliumdampfes in verschiedenen Phasen eines Wechselstrombogens [152]. Crew und Spence [158] machen genauere Angaben über den Gegenstand. Sie untersuchen besonders das Paar 4047/4044 im Vergleich zu der zwischenliegenden Eisenlinie 4045 und finden das gleiche Verhalten wie in den Funken durch Bogengase [135].

Auch die Arbeit von King [157] möge hier genannt sein. King untersucht die Spectra von verschiedenen Salzen in einem electrisch geglühten Kohlerohr. Er findet langsameren Abfall der Intensität in den Nebenserien als im Funken, Spectra wie im Bogen.

Die anomale Dispersion in der Nachbarschaft des rothen Kaliumpaares untersucht Ebert [154]. Er findet neben der Linien-Absorption auch die Absorptionsbanden. Diese rufen jedoch keine bemerkbare anomale Dispersion hervor.

Coblentz untersucht in mehreren Arbeiten das ultrarothe Bogenspectrum [155a, 170]. Er findet ein continuirliches Spectrum, keine Linien oberhalb 2μ. Man vergl. weiter unten [173, 174] soweit die Tabellen.

Hagenbach und Konen [156] geben in ihrem Atlas Photographieen des Bogen-, Flammen- und Funkenspectrums, letzteres erzeugt durch Funken zwischen Metallelectroden in Wasserstoffatmosphäre.

Bei Hermann [160] findet man eine Messung des rothen Kaliumpaares auf phosphorographischem Wege. — Die Arbeit von Wood [161] ist schon früher erwähnt. — Lockyer [162] bestimmt die Enhanced Lines des Funkenspectrums.

Lord Blythwood und Scoble geben eine Photographie des Bogenspectrums mit Scala, doch ohne Messungen [103].

Beckmann [164] knüpft an die Arbeiten von Baldwin [100] und Foley [111] an. Er untersucht die Vertheilung der Emission eines Gleichstrom-Kalium-Bogens, wenn die obere oder untere Electrode mit Kaliumsalz gefüllt ist und die eine oder andere zur Anode oder Kathode gemacht wird. Das Resultat weicht von den Schlüssen von Baldwin und Foley ab. Beckmann findet, dass Kalium die Cyan- oder Kohle-Banden niemals vollständig zum Verschwinden bringt, ferner dass das Kaliumspectrum am intensivsten ist an der gefüllten Electrode, wenn sie die heisseste ist, unabhängig von der Stromrichtung. Der Schluss aus den Beobachtungen geht dahin, dass die Temperaturvertheilung im Bogen, nicht electrolytische Vorgänge, für die Vertheilung des Kaliumspectrums im Bogen maassgebend sind.

Zu ähnlichen Folgerungen führt die Untersuchung von Kurlbaum und Schulze [164a]. In derselben wird nach der gleichen Methode, die zuerst

Féry angewendet hatte, die Temperatur von Flammen dadurch bestimmt, dass die Temperatur des absolut schwarzen Körpers ermittelt wird, bei welcher derselbe eben die Emissionslinien eines in der betr. Flamme zum Leuchten gebrachten Metalldampfes umkehrt.

Dadurch dass eine Umkehrung möglich ist und dass die für die Temperatur der Flamme erhaltenen Zahlen befriedigend übereinstimmen mit den auf anderem Wege erhaltenen Temperaturwerthen, wird die Annahme gestützt, dass auch die Emission des Kaliumdampfes in einer Flamme ähnlichen Gesetzen folgt wie die Emission des schwarzen Körpers. Auf die Complication, die dadurch eintritt, dass verschiedene Salze verschiedene Temperaturen ergeben, ferner dass die Anwesenheit eines zweiten Salzes die mit Hilfe des ersten gemessene Temperatur beeinflusst und endlich, dass die an verschiedenen Linien des Kaliums gemessenen Temperaturen nicht gleich sind, kann hier nicht eingegangen werden.

Stark und Siegl [165] [167] messen angenähert den Dopplereffect an dem Linienpaar 4047/44 und schliessen, im Gegensatz zu Lenard, dass die das genannte Paar emittirenden Kaliumtheilchen positiv geladen seien.

Nutting [166] untersucht die Structur der Kaliumlinien im Bogen mit Hilfe eines Stufengitters. Er findet, dass das rothe Paar diffus und continuirlich ist. Die Gruppe von vier Linien bei 580 soll eine Andeutung von Structur auf continuirlichem Grunde zeigen. Die Gruppe bei 535, 510 und 495 zeigte keine Andeutung von Structur, selbst wenn der Bogen nur mit 1/2 Amp. betrieben wurde.

Aus [168] ist zu erwähnen, dass Hartley das im Funken auftretende continuirliche Spectrum dem Metall selbst zuschreibt im Gegensatz zu der früher geäusserten Meinung, dass es dem Oxyd zukomme.

Mit [169] beginnt eine Reihe von Arbeiten, in denen sich Fredenhagen mit der Frage nach der Emissionsursache der Bunsenflammenspectra beschäftigt. Er kommt zunächst zu dem Schlusse, dass die Hauptserie der Alcalien, auch des Kaliums, durch das Oxyd emittirt werde, und präzisirt diese Ansicht in weiteren Arbeiten (178, 182, 185) dahin, dass es der Process $K \rightleftarrows O$ sei, der die Emission der Hauptserie bedinge. Jedenfalls müsse aber Sauerstoff zugegen sein. Es ist hier nicht der Ort, auf diese Streitfrage einzugehen, in der die Mehrzahl der Spectroscopiker jedenfalls den Standpunkt von Fredenhagen nicht theilt, sondern an der Meinung festhält, dass die Hauptserie dem Metall zukomme. Es seien nur die auf Kalium bezüglichen Einzelresultate angeführt. In [169] findet Fredenhagen zunächst, wie andere Beobachter vor ihm, in der Kohlenoxyd-Sauerstoffflamme das Linienspectrum nebst einem continuirlichen Spectrum, das Fredenhagen dem Oxyd zuschreibt.

In der Chlorwasserstoffflamme kann Fredenhagen ebensowenig wie frühere Beobachter im sichtbaren Spectrum eine Spur des Kaliumspectrums finden. Die Halogensalze des K, in einem Vacuumrohr erhitzt, lieferten die

Hauptserie nebst den Nebenserien, wenn electrische Entladungen hindurchgeschickt wurden — Kaliumlampen aus schwer schmelzbarem Glase mit Aussenelectroden zeigen, mit Wechselstrom betrieben nur die Nebenserien, nicht die Linie der Hauptserie Fredenhagen legt auf diese Beobachtung besonderen Werth. Sie ist uns bereits in ähnlicher Form bei Lockyer [48,53], Arons [104] und Lewis [132] begegnet Mit Rücksicht auf die Lage der beiden fraglichen Paare an den Grenzen des sichtbaren Spectrums scheint uns indess, wie auch Lewis [132], die Beweiskraft des Versuches nicht gross Photographische Aufnahmen mussten darüber entscheiden, ob die Linien der Hauptserie in Vacuumlampen vorhanden sind oder nicht Mogendorff [171a] berechnet die Kaliumserien nach neuer Formel

Wird die Dampfdichte in den Vacuumlampen erhöht, so erscheint das Bandenspectrum [175a] Weiterhin [178] beschreibt Fredenhagen den Vorgang genauer Die Farbe der Röhre variirt mit der Dichte des Dampfes und geht mit steigender Dichte von Fahlgrün zu Dunkelpurpur über (vergl. oben Lewis [132], Hauptserie]) Bei 150° schon sind die Nebenserien sichtbar Oberhalb 200° werden sie diffuser und schwächer Bei 250° beginnt bei λ 572 ein breites Band aufzutauchen, das bei 350° sehr intensiv ist, während die Nebenserien verschwunden sind Inzwischen erscheinen auch die Linien der Hauptserie, aber relativ schwach Destillirt der Dampf während des Versuches innerhalb der Röhre, so verschwindet das grüne Band, die Nebenserien erscheinen wieder und es treten Linien auf, die von Fredenhagen mit den von Goldstein (siehe weiter unten) beobachteten Linien identificirt werden

Endlich discutirt Fredenhagen [182] die von Stark und Siegl gefundene Grösse des Dopplereffectes an K-Dampf vom Standpunkte seiner Theorie

Gehrcke und Reichenheim [169a] [202] erhalten mit KCl und K_2CO_3 characteristisch gefärbte Anodenfackeln, deren Spectrum dem Flammenspectrum gleicht

Geiger [171a] misst die Drehung der Polarisationsebene in Richtung der Kraftlinien in der Nachbarschaft des rothen und blauen Paares der Hauptserie Dieselbe ist vom gleichen Character wie bei den D-Linien In Absorption wird das rothe Paar in ein Duplet [1]) zerlegt Am blauen Paar war die Zerlegung nicht wahrnehmbar

Auerbach [172] photographirt das Spectrum von Kaliumsalzen in verschiedenen Flammen und vergleicht die Intensitäten Er beobachtet ausser Paaren der Hauptserie nur die Linie 4954

Moll [173] [184] misst mit Thermosäule die ultrarothen Kaliumlinien des Bogens mit Steinsalzprisma und sucht die gefundenen Linien in die vorliegenden Serienformeln einzuordnen Seine Zahlen stimmen für die weniger

1) Nach Analogie der D-Linien ist ein Quadruplet zu erwarten

werth im Ultraroth gelegenen Linien mit den späteren Messungen von Bergmann und Paschen [198]. Die Auflösung des Mollschen Instrumentes ist klein, so dass die Paare nicht getrennt sind. Doch stimmen die Messungen relativ gut mit den theoretischen Berechnungen von Ritz.

Bergmann [174] untersucht gleichfalls das ultrarothe Bogenspectrum des Kaliums. Er findet eine Reihe von Linien, die eine Serie bilden, die von den Kayser-Rungeschen Serien verschieden ist. Mit der Einordnung dieser Linien beschäftigen sich dann weitere Arbeiten von Runge [196] [200], Riecke [197], Ritz [205]. Runge [196, 200] fasst zunächst die Bergmannschen Linien als eine neue, der 1. Nebenserie coordinirte Hauptserie auf, und Riecke berechnet eine entsprechende Serienformel. Ritz [205] zeigt jedoch, dass dies nicht richtig ist. Die neue Serie hat eher den Character einer Nebenserie. Es gelingt dann Ritz [201] mit Hilfe seines neu aufgestellten Combinationsprincips, die Constanten der neuen Serie und eine Reihe weiterer Linien des Kaliumspectrums aus den Constanten der bekannten Serien vorauszuberechnen. Dies erweist sich für Paschen von heuristischem Werth. Paschen [198] misst mit Gitter die ultrarothen Linien des Bogenspectrums mit einer alle früheren Messungen übertreffenden Genauigkeit und findet durchweg die von Ritz berechneten Linien. Hiermit sind die Arbeiten über das ultrarothe Kaliumspectrum bis in die neueste Zeit angegeben. Wir greifen wieder zurück.

Goldstein [175] untersucht Kaliumsalze in Vacuumröhren. Dazu werden die Salze in die Nähe der Kathode oder auch in die Capillare gebracht und starke Condensatorentladungen hindurchgeschickt. Beobachtet wird mit dem Auge. In einer ersten Mittheilung [175] giebt Goldstein an, dass durch starke (condensirte) Entladungen sowohl in Röhren mit Salz als auch in solchen mit Metall die Serien zum Verschwinden gebracht werden, und dass ein neues Spectrum aufträte, das Grundspectrum, das vom Serienspectrum ganz verschieden sei. Für eine Anzahl Linien werden angenäherte Messungen ausgeführt.

In der zweiten Mittheilung [188] lässt Goldstein nicht condensirte Entladungen durch gepulvertes KJ schlagen und findet ausser dem rothen und blauen Paar der Hauptserie eine Anzahl Paare der ersten und zweiten Nebenserie.

Vergleicht man die von Goldstein [175] gegebenen Linien des „Grundspectrums“, so findet man (vergl. Anm. 70 zur folgenden Tabelle), dass samtliche Linien Goldstein's unter den Linien des Funkenspectrums enthalten sind, in Uebereinstimmung mit der Erfahrung, dass condensirte Entladungen durch Metalldämpfe im Allgemeinen das Funkenspectrum ergeben. Das scheinbare Fehlen des rothen und blauen Paares der Hauptserie kann ich bei ocularen Beobachtungen aus den schon bei Besprechung der Arbeiten von Lockyer, Lewis, Fredenhagen genannten Gründen nicht als beweisend ansehen, um so mehr, als die Serienlinien in allen Funkenspectren, zumal bei den Alcalien

zurucktreten, wie schon Bunsen bemerkt hat. Ich halte daher das „Grundspectrum“ fur identisch mit dem Funkenspectrum und fuhre es in der folgenden Tabelle nicht gesondert auf.

Zu analytischen Zwecken bestimmt de Gramont [179] die Restlinien (ultimes, vergl. diesen Band p. 26). Er findet fur Kalium auf photographischem Wege im Bogen, in Funken jeglicher Art und in heissen Flammen das Paar 4047/44 als empfindlichstes Reagens des Kaliums.

Schon [180] misst an zwei Paaren der Hauptserie die anomale Dispersion, die Geisler [204] nach der Methode von Puccianti untersucht. Die weiteren Publicationen von Erfle [195] [193] und Schon [194] betreffen strittige Punkte in der Berechnungsmethode Schon's.

Hartley [176] beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von Flammenspectren. Benutzt man Silicate, wie Lepidolith als Trager der Substanz, so erscheinen die Kaliumlinien. In einer weiteren Mittheilung beschaftigt sich Hartley mit dem continuirlichen Flammenspectrum der Alcalien [193]. Er untersucht zahlreiche Kaliumsalze, das Sulfat, Carbonat, Chlorid, Nitrat, Cyanid, Ferrocyanid, Fluorsilicat und findet in allen Fallen auf photographischem Wege das gleiche Spectrum. Intensitatsunterschiede werden durch verschiedene Fluchtigkeit der Salze erklart. Neben dem continuirlichen Spectrum findet sich ein Bandenspectrum, dessen Intensitat von der Menge des verdampften Salzes abhangt. Zwischen 4860 und 4414 liegen z. B. zehn Banden. Fur weitere Einzelheiten vergleiche man die Tabelle weiter unten. Hartley benutzt weiter die Flamme von trockenem CO. Er kann hier das rothe Kaliumpaar schlecht sehen. Dagegen sind die Nebenserienlinien intensiv, wenn das Salz in die Spitze des inneren Flammenconus gebracht wird. Auf die Discussion der thermochemischen Processe im Bunsenbrenner und in der CO-Flamme bei Hartley kann hier nur hingewiesen werden. Hartley kommt zum Schlusse, dass das beobachtete continuirliche und das Bandenspectrum dem Metall selbst zukomme.

In einer zweiten Abhandlung wird der gleiche Gegenstand weiter verfolgt. Hartley [191] photographirt das Flammenspectrum unter Anwendung verschiedener Mengen des Nitrates und beschreibt das Verhalten der einzelnen Linien und Banden. Am empfindlichsten ist das Paar 4047/44. Auch werden die Kaliumlinien vielfach als Verunreinigungen mit gemessen.

Leder [181] untersucht im Anschluss an Lenard das continuirliche Flammenspectrum des Kaliums, indem er es photometrirt und auf die Strahlung des schwarzen Korpers umrechnet. Fur das Verhaltnis der Intensitat des continuirlichen Grundes zur Helligkeit einer Osmiumlampe werden Zahlen gegeben, der continuirliche Grund dem Metall zugeschrieben und als Superposition der „Hofe“ der Hauptserienlinien mit einem Verbreiterungsproduct der Nebenserien aufgefasst.

Kayser [186] erwahnt Versuche uber die Vertheilung der Emission der Kalisalze im Bogen. Das Resultat ist das gleiche wie bei Natrium. Die

Emission aller Serien findet uberall im Bogen statt, ist nicht, wie **Lenard** meint, fur jede Serie auf bestimmte Hohlflammen beschrankt

Pollock [187] gibt zunachst eine Liste der Funkenlinien mit Commentar zu analytischen Zwecken Dann wird mit **Leonard** [190] der Versuch einer quantitativen Analyse von Losungen im Funken gemacht Man vergl diesen Bd p 26

Carlheim-Gyllenskold [189] lasst Kathoden- oder Kanalstrahlen auf Kaliumsalze fallen Er findet einige Linien und ein continuirliches Spectrum

Es bleiben noch zu nennen die Arbeiten von **Bevan** [206, 208], in denen ohne Bezug auf **Schon** und **Geisler** die anomale Dispersion an den Paaren der Hauptserie neu gemessen wird, und die Arbeit von **Schillinger** [207], in der nach der gleichen Methode wie fruher von **Eder** und **Valenta** das Funkenspectrum des Kaliums von 7000 abwarts photographirt und gemessen wird

Das Kalium besitzt ein in mehreren Stufen der Entwicklung vom Flammenspectrum zum Bogenspectrum auftretendes Linienspectrum, ein bisher nur in Absorption genauer untersuchtes Bandenspectrum, sowie ein aus continuirlichen Theilen sowie aus Banden bestehendes Bandenspectrum, dessen Verhaltniss zu dem erstgenannten Bandenspectrum noch nicht genügend aufgeklart ist

I. Linienspectrum.

Das Linienspectrum des Kaliums wird erhalten in Flammen, im Bogen, in Funken, in Vacuumrohren, in Kathoden-, Anoden- und Kanalstrahlen, sowie als Fluorescenz- bezw Resonanzspectrum (vergl Bd IV p 937)

Flammenspectrum.

In Flammen erscheint es je nach der Temperatur verschieden entwickelt Brauchbar sind die Flammen des verbrennenden Wasserstoffs, Leuchtgases, Kohlenoxyds, Cyans, Schwefelkohlenstoffs, Schwefelwasserstoffs, sowie verbrennender Kohlenwasserstoffe, endlich auch die Explosionsflammen explodirender Gemische, denen entweder Salzstaub beigemengt ist, oder die ein Kalisalz als reagirenden Bestandtheil enthalten In allen Fallen handelt es sich um Sauerstoffreactionen In der H-Cl-Flamme, sowie in der H-F-Flamme fehlt das Linienspectrum

Bei ocularer Beobachtung sieht man in der Bunsenflamme das rothe Paar der Hauptserie bei 7699 und 7665 sowie das blaue Paar derselben Serie bei 4047 und 4044 Da beide ziemlich an der Grenze des sichtbaren Spectrums liegen, so ist die Reactionsempfindlichkeit individuell verschieden Einige Beobachter finden die Reaction der rothen Linie empfindlicher, andere diejenige des blauen Paares Bei photographischen Untersuchungen ist das blaue Paar die empfindlichste Probe auf die Anwesenheit von K in einer Flamme Zahlen giebt u a **Schuler** Sie beziehen sich auf die rothe Linie

und geben den Milligrammbruchtheil des Metalls, den Schuler noch bei verschiedenen Salzen in der Flamme nachweisen konnte

Metall	Chlorid	Bromid	Jodid	Nitrat	Sulfat
1:40000	1:5000	1:3000	1:3000	1:3000	1:3000

Ueber die Brauchbarkeit der verschiedenen Salze zur Flammenreaction vergl. ds. Bd. p. 18 ff. Neben dem Carbonat habe ich das Formiat und Rhodanat besonders bequem gefunden.

Bei photographischer Untersuchung und Anwendung langer Expositionszeiten erscheinen, was viel übersehen wird, nicht nur die beiden genannten Paare der Hauptserie, sondern auch zahlreiche Paare der Nebenserien sowie weitere Paare der Hauptserie auf der Platte. Besonders reich ist an Linien der innere Mantel der Bunsenflamme. Das Spectrum hat die grösste Aehnlichkeit mit dem Bogenspectrum, unterscheidet sich von ihm nur durch die geringe absolute Intensität der Linien. In der folgenden Tabelle sind die von verschiedenen Beobachtern in der Bunsenflamme gemessenen Linien zusammengestellt. Die Tabelle zeigt in lehrreicher Weise, wie wenig beweiskräftig aus ocularen Beobachtungen gezogene Schlüsse auf die Abwesenheit von Linien sind.

Bunsenbrenner

Lecoq (38)	Eder und Valenta (84)	Watteville (151)	Auerbach (172)
α { 7697	7699 10s	7699 3	7699
63	66 10s	65 4	66
—	—	—	—
β { 5831	5832 5s	5832 3	—
—	—	12 1	—
03	02 8s	02 5	—
5783	5783 5	5782 4	—
—	—	5360 3	
δ 5340	5344 4	43 2	—
—	—	40 2	—
—	—	21 1	—
—	—	5113 1	—
5104	5103 3	5099 1	—
—	—	97 1	—
—	—	84 0,5	—
4948	4950 3	Spuren von Linien	—
γ 4045	4045,8 10	4047 20	4047,4 9
—	—	44 20	44,4 9
continuirlich von 645—415	3447,2 4	3447 15	3446,3 4
Max. 573—475	—	46 15	
	3217,5 1	3217 8	
	—	16 8	
	continuirlich von 6400—2800 Max. 4800	Dazu continuirliches Spectrum	

Neben dem Linienspectrum findet sich in der Bunsenflamme ein continuirliches Spectrum, das von manchen, wie Lenard und Leder, als Bestandtheil des Linienspectrums angesehen wird. Man vergl. weiter unten.

Ueber die Linien des Kaliums in der Bunsenflamme sind zahlreiche Detailuntersuchungen angestellt worden. Kirchhoff, Bunsen, Gouy, Féry, Kurlbaum, Schulze u. A. haben festgestellt, dass die rothe und blaue Linie umkehrbar sind. Das Licht eines Nernstbrenners genügt dazu. Unter Voraussetzung des Kirchhoffschen Gesetzes ergiebt sich so eine Temperaturbestimmung des leuchtenden Kaliumdampfes, die zu rund 1800° führt.

Gouy hat ferner das Intensitätsverhältnis der beiden rothen Kaliumlinien gemessen und gefunden, dass die kurzwellige Componente im gleichen Verhältniss sowohl in Emission wie auch in Absorption stärker ist, als die langwellige, wie dies auch von den beiden D-Linien bekannt ist. Ferner ist das Absorptionsvermögen der Flammenlinien des Kaliums gemessen worden. Dabei hat man gefunden, dass die Flammenlinien sowohl anomale Dispersion wie auch den inversen longitudinalen Zeeman-Effect aufweisen. Bei Steigerung der Dampfdichte nimmt die Helligkeit der Kaliumlinien zu. Vergl. dafür [70]. Zugleich verbreitern sich die Linien bedeutend. Auch tritt [141] Selbstumkehrung ein.

Benutzt man statt des Bunsenbrenners die Leuchtgas-Sauerstoff- oder die Wasserstoff-Sauerstoffflamme, so nimmt die Intensität des Kaliumspectrums bedeutend zu. Man erhält die Linien der Nebenserien neben denjenigen der Hauptserien in grosser Vollständigkeit. Da die Linien der Nebenserien weniger diffus werden als im Bogen, so liefert diese Methode sogar vollständigere Spectra als der Bogen. Die Intensitätsvertheilung ist die gleiche wie im Bogen. Das Verfahren eignet sich besonders auch zur qualitativen Analyse von Mineralien und ist namentlich von Hartley und Ramage ausgebildet worden.

Innerhalb der Flammen ist die Emission des Kaliumdampfes ungleichmässig. Das vollständigste Spectrum wird im äusseren Saum des inneren Kegels des Bunsenbrenners ausgesendet. In der Spitze der Flamme sind nur noch die stärksten Linien der Hauptserie sichtbar.

Ueber die Natur der Kaliumstrahlung in der Flamme sind die verschiedensten Ansichten aufgestellt worden. Kirchhoff und Bunsen kamen zu dem Schlusse, dass die Linien dem Metall selbst zuzurechnen sind, und diese Meinung wird auch heute von der Mehrzahl der Physiker getheilt. Dabei nehmen die einen an, dass das neutrale Atom strahle und das ganze Spectrum aussende. Andere nehmen sogar an, dass es sich um eine der Strahlung des schwarzen Körpers ähnliche Temperaturstrahlung handle. Dem gegenüber nehmen viele an, dass nur das electrisch geladene Atom und zwar das positive Ion strahle und dass die Strahlung ein Luminescenzvorgang sei. Eine Modification dieser Ansicht besteht darin, anzunehmen, dass verschiedene Theile des Kaliumspectrums von verschiedenen Atomen ausgesendet

werden, die Hauptserie von den neutralen Atomen, die Nebenserien von positiven Restatomen nach Abgabe eines oder mehrerer Electronen. Endlich ist auch die Ursache des Leuchtens in chemischen Processen gesucht worden und zwar entweder in einem Reductionsvorgang, oder auch in einem Oxydationsvorgang

Entscheidende Gründe hat bisher keine einzige dieser Hypothesen ins Feld zu fuhren vermocht

Bogenspectrum.

Im Bogen erscheint bei Anwesenheit von Kaliummetall oder Kaliumsalzen das Linienspectrum, neben einem continuirlichen Spectrum Das Auftreten der Kaliumlinien ist mit einer in den verschiedenen Theilen des Bogens verschiedenen Schwachung der Kohle- und Cyanbanden sowie etwa gleichzeitig anwesender Metallspectren verbunden Im Ultraroth tritt die zuerst von Bergmann gemessene Serie auf Die Hauptserie besteht aus meist selbstumgekehrten Paaren Die hoheren Glieder derselben sind im Bogen schwierig zu beobachten, da sie sich gegen den schwachen continuirlichen Grund umkehren, ohne sich zu verbreitern Die Beobachtung der hoheren Glieder der Nebenserien ist dadurch erschwert, dass sie bei Steigerung der Dampfdichte sich verbreitern, ohne an Intensitat erheblich zuzunehmen Je grosser die Dispersion des benutzten Apparates ist, desto storender macht sich dies bemerkbar, so dass man die hoheren Glieder der Nebenserien am besten mit Apparaten massiger Dispersion untersucht Man vergl auch Tafel I im zweiten Bande dieses Handbuches Auch im Bogen lassen sich Absorption und Dispersion an den Linien des Kaliumspectrums beobachten

Lenard behauptet auch fur Kalium die Vertheilung der Emission der verschiedenen Serien auf verschiedene Zonen, Hohlflammen, des Bogens Dies wird jedoch von Kayser bestritten, der die verschiedene Vertheilung im Bogen, soweit sie sich bestatigt, durch die von innen nach aussen abnehmende Temperatur erklart Das in Vacuumbogenlampen auftretende Kaliumspectrum scheint dem Spectrum in Vacuumrohren zu entsprechen und soll daher mit diesem besprochen werden

Endlich sei erwähnt, dass man auch in einem electrisch geheizten, allseitig verschlossenen Kohlenrohr ein dem Bogenspectrum des Kaliums ahnliches Spectrum erhalt, sowohl bei Verwendung des Metalls, als auch bei Verwendung von Salzen Auch hier gehen die Meinungen noch auseinander, ob es lediglich die Temperatursteigerung im Kohlenrohr oder secundare Processe sind, die das Leuchten des Kaliumdampfes bedingen

Funkenspectrum.

Das Funkenspectrum des Kaliums kann auf die verschiedensten Weisen erhalten werden Benutzt man, wie es in alterer Zeit ausschliesslich geschehen ist, mit Kaliumsalzen getrankte Kohlestabchen, so erhalt man zwar

die Hauptlinien. Dieselben sind jedoch verhaltnissmassig schwach, so dass schon Bunsen empfahl, den Funken nicht zu analytischen Zwecken zu benutzen. Immerhin ist die Empfindlichkeit der Hauptlinien betrachtlich. Schuler findet z. B. bei seiner speziellen Versuchsanordnung die folgenden Zahlen als Minimum nachweisbaren Kaliums, ausgedruckt in mgr des Metalls, fur die Linie 7699:

Metall	Chlorid	Bromid	Jodid	Nitrat	Sulfat
1 : 4000	1 : 400	1 : 200	1 : 200	1 : 200	1 : 200

Bei Untersuchung auf photographischem Wege ist die Empfindlichkeit jedoch zweifellos viel grosser. De Gramont findet hier, dass die Linien 4044/47 das empfindlichste und noch bei den kleinsten Spuren Kalium sichtbare Reagens darstellen.

Will man das vollstandige Funkenspectrum erhalten, so muss man, wie es zuerst Eder und Valenta gethan haben, das Metall selbst in Wasserstoffatmosphare verwenden. Man erhalt bei Verwendung condensirter Entladungen alsdann ein im Ultraviolett aus sehr zahlreichen schwachen Linien bestehendes Spectrum, das von Eder und Valenta sowie von Schillinger gemessen worden ist. Die Hauptemission kommt dabei allerdings auf den Wasserstoff, so dass man zur Photographie der schwacheren Linien sehr lange Expositionszeiten anwenden muss.

Ein ziemlich vollstandiges Funkenspectrum erhalt man ferner nach dem Vorgang von Lecoq, wenn man nicht condensirte Entladungen nach geschmolzenen Salzen überschlagen lasst, oder wenn man, nach der Methode von de Gramont, geschmolzene, gluhende Kaliumverbindungen oder Mineralien als Electroden verwendet und condensirte Entladungen benutzt.

Verwandt mit dieser Methode ist das Verfahren von Goldstein, der die Kaliumsalze in Rohren bringt und den Entladungsfunken unmittelbar durch das Salzpulver gehen lasst. Goldstein ruhmt seinem Verfahren grosse Sparsamkeit und Helligkeit der erzeugten Spectren nach. Ueber das von Goldstein beobachtete Grundspectrum ist bereits oben berichtet worden. Es dürfte mit dem Funkenspectrum identisch sein.

Man erhalt gleichfalls das Funkenspectrum, wenn man Entladungen durch Kaliumdampf gehen lasst oder Kaliumdampf durch Kathodenstrahlen anregt. Salet, Lockyer, Mitscherlich, Lewis, Arons, Fredenhagen u. A. haben Verfahren zur Herstellung solcher Rohren angegeben. Ihr Mangel besteht darin, dass alle Glaser, sowie geschmolzener Quarz in kurzer Zeit von dem Kaliumdampf angegriffen und zerstort werden. Wiederholt ist die Angabe gemacht worden, dass die Linien der Hauptserie entweder ganzlich in Entladungsrohren fehlen oder nur in bestimmten Schichten des destillirenden Dampfes auftreten. Es sind bereits oben die Grunde gegeben worden, aus denen ich die Versuche in dieser Hinsicht nicht als beweiskraftig ansehen kann: ausschliesslich oculare Beobachtung der in der Grenzbezirken des Spec-

triums gelegenen Linien im Verein mit starker Absorption im Kaliumdampf der Röhren. Ich selbst habe immer noch Spuren der Hauptserienlinien bei Wiederholung des Versuches gesehen und 4044/47 photographiren können.

In Anodenstrahlen erhält man ebenfalls ein Linienspectrum. Dies soll jedoch mit dem Bogenspectrum identisch sein.

Kanalstrahlen in Kaliumdampf zeigen das Paar 4044/47.

Der Einfluss von Selbstinduction auf das Funkenspectrum des Kaliums geht dahin, dasselbe dem Bogenspectrum zu nähern. Man erhält ein sehr vollständiges und intensives Funkenspectrum, wenn man Kohleelectroden mit einem Kaliumsalz bedeckt, condensirte Funken anwendet, Selbstinduction passender Grösse in den Entladungskreis schaltet und gleichzeitig einen Luftstrom durch die Funkenstrecke bläst. Im extremen Falle ist alsdann das Funkenspectrum nicht von dem Bogenspectrum zu unterscheiden. Auch im Wehneltunterbrecher und in der analogen Versuchsanordnung von **Bolton** erhält man das Kaliumspectrum. Es ist unentschieden, ob dabei die Aehnlichkeit mit dem Bogen- oder dem Funkenspectrum grösser ist.

Im Funkenspectrum des Kaliums treten die Serien insofern zurück, als ihre absolute Intensität geringer ist und zudem der Abfall der Intensität innerhalb der Serien mit steigender Ordnungszahl schneller ist, als im Bogen. Von den gegen den Bogen und die Flamme neu auftretenden Linien fallen eine grössere Zahl unter die enhanced lines.

Allgemeines.

Der gesetzmässige Bau des Kaliumspectrums ist bereits in Bd. II, p. 523 ausführlich besprochen worden. Es seien hier nur einige Bemerkungen hinzugefügt mit Rücksicht auf die seit 1900 erschienene Literatur. Bemerkenswerth bei Kalium ist die neue von **Bergmann** und **Paschen** gemessene, im Ultraroth verlaufende Serie, ferner eine isolirte Linie bei 4642 und endlich das Fehlen eines dem Natriumpaare bei 5670 entsprechenden Paares bez. der zugehörigen Serie, nach der ich, wie andere, vergebens gesucht habe. Das Glied m = 4 der ersten Nebenserie ist mittlerweile wenigstens in einer Componente von **Ritz** und **Saunders** aufgefunden worden. Die Bergmannsche Serie, die Linie 4642 sowie die von **Paschen** und **Moll** gemessenen Linien lassen sich alle durch das Ritzsche Combinationsprincip aus den Kayser-Rungeschen Serien ableiten. Damit sind alle Linien des Bogenspectrums in Zusammenhang gebracht, mit Ausnahme der Linien 4829, 4767, 4638 **Ramage** und 2.24 sowie 2.76 μ **Moll**. Von diesen sind die Linien 4767 und 4638 zweifelhaft, während die Linie 4829 merkwürdiger Weise eine von **Ramage** in der Flamme beobachtete Funkenlinie ist.

Bei der Lage der Kaliumlinien im Spectrum, ihrer Unschärfe und Neigung zur Verbreiterung und Umkehrung bereitet die Untersuchung des Zeeman-Effectes grosse Schwierigkeiten. Bisher scheint nur eine Messung des inversen longitudinalen Effectes (Drehung im Absorptionsband) sowie eine

theilweise Aufspaltung in ein Duplet in Richtung der Kraftlinien, ebenfalls in Absorption geglückt zu sein

Weiter ist an den Linien der Hauptserie die Druckverschiebung gemessen worden, ebenso Dopplereffect, anomale Dispersion und Absorption

In der Sonne finden sich an Stelle des Paares der Hauptserie 4404/47 entsprechende Absorptionslinien Doch sind dieselben sehr schwach Weitere kosmische Beobachtungen von Kaliumlinien scheinen nicht vorzuliegen, obwohl in fast allen Massen kosmischen Ursprungs Kalium spectroscopisch nachzuweisen ist

Ultrarothe Linien in μ

	Kayser u Runge (77) Bogen	Paschen (198) Bogen	Moll [1] (173) Bogen	Bergmann (174) Bogen	Snow [3] (82) Bogen	Becquerel [3] (65) Bogen	Lehmann (124) Bogen [66]	
			40 400 10					[69]
			37 300 15					[69]
			31 400 20					[69]
		27 2150 8	27 600 20					[74]
		27 0656 20	—					
III N 4 [75]		15 1658 100	15 300 95	15 282 4s	15 000			
II N I 2 5	12	12 5230 90	12 500 200 (für beide Linien)	12 507 4s	12 200	12 330	12 500	[13]
II N II 2 5	—	12 4343 100		12 415 4s	—	—	—	
I N I 3	—	11 77173 500	11 800 320 (für beide Linien)	11 762 4s	11 550	11 620	—	[13]
I N I 3	—	11 68976 500		11 678 4s	—	—	—	
III N 5	—	11 0280 100u	11 100 20	11 012 3u	10 860	10 980	—	[13]
III N 6	—		9 700 10	9 590 4u	9 500	10 03	--	
III N 7	—		—	8 908 4u	8 850		—	
III N 8	—		—	8 500 4u			--	

1) Bei Paschen [198] sind die Messungen Moll's [173] in anderer Weise den seinigen zugeordnet Dadurch würde es unmoglich, die doch mit den Berechnungen Ritz' passenden grossen Werthe von Moll einzuordnen Da die auflosende Kraft von Moll's Apparat klein war, so darf man annehmen, dass die Doppellinien 12 4/12 5 und 11 77/11 69 nicht getrennt werden Es ergiebt sich alsdann die in der Tabelle benutzte Anordnung Die Zahlen sind auf die Langley'sche Dispersionsmessung des Steinsalzes bezogen Wahlt man die Rubenssche Messung als Unterlage, so ergeben sich die Zahlen der folgenden Tabelle Die Linie 2 18 bez 2 24 nach Langley ist in den Haupttabellen ausgelassen

λ nach Rubens	39 8	36 7	30 8	27 0	21 8	15 0	12 4	11 7	11 0	9 6	7 68
Intens	10	15	20	20	5	95	200	320	20	10	620

2) Von 4940 ab Zahlen nach Kayser und Runge [77] corrigirt 3) Die Zahlen von Snow [82] und Becquerel [65] sind nur auszugsweise wiedergegeben und fortgelassen im Bereiche des sichtbaren Spectrums Vergl auch [89] 4) $K\alpha$ 5) $K\beta$ 6) Lecoq in Flamme 5340 = $K\delta$ 7) Lecoq in Flamme 4948 8) Lecoq in Flamme 4045 = K_{γ} 9) Thalén (Funke) [26] 4309 5 Intens 4 10) Coincidenz mit der Sonnenlinie 4047 338 0 0d bez 4044 294 (0) (Rowland) Vergl Anm 12 11) Von Humphreys [112, 118, 177, 199] auf Druckverschiebung untersucht Berechnet auf 12 Atm und $\lambda = 4000$ ist $\Delta\lambda = +0\ 109\ A$, für 42 Atm $+0\ 504$ fur $\lambda = 4044$ und $+0\ 480$ fur $\lambda = 4047$

12) Jewell [106] findet in der Sonne die Wellenlangen um einige Hundertstel grösser als in dem Bogen, hier gelten die Zahlen 4047 571 (15 R) und 4044 599, 25R 13) Von Lewis [95] im Bogen nicht gefunden 14) Zeigen nach Bevan [206] anomale Dispersion

	Kayser u Runge (77) Bogen	Moll [1]) (173) Bogen	Hermann [67]) (160) Bogen	Ritz [42]) (145) Bogen	Liveing u Dewar (51) [2]) Bogen	Saunders (147) Bogen	Lehmann [66]) (124) Bogen	Lecoq (38) Funke
	—	—				7931 8	—	
	—	—				—	—	
H I 3	7699 3 10uR	7710 620	7699 32 6			7699 08	7701 92 10	7698
H II 3	65 6 10uR		65 29 8			64 91	7668 54 10	61
II N I 4	—			6964 4		6966 3		—
I N I 4	6938 8 8					39 5		6946
I N I 4	11 2 7					11 8		13
	—					—		—
	—					—		—
	—					—		—
	—					—		6116
II N I 5	5832 23 7uR				5830	—		5831
II N II 5	12 54 6uR				12	—		12
I N I 5	02 01 6uR				01	—		01
I N II 5	5782 67 5uR				5783	—		5783
	—				—	—		5638
II N I 6	5559 88 5uR				—	—		5355
II N II 6	43 35 4uR				—	-		-
	—				5338	—		—
I N I 6	5340 08 4uR				34 5	—		36
I N II 6	23 55 4uR				19	—		19
II N I 7	5112 68 3uR				5112	—		5112
I N I 7	5099 64 3uR				5098	—		—
I N II 7	97 75 2uR				—	—		5095
I N II 7	84 49 2uR				—	—		81
	—				51	—		50
	—				—	—		25
	—				—	—		02
II N I 8	4965 5 1uR				4964	—		4963
I N I 8	56 8 1uR				56	—		—
II N II 8	52 2 1uR				50	—		—
I N II 8	43 1 1uR				42	—		36
II N I 9	—				4870 8	4871 3		—
I N I 9	—				63 8	64 5		—
II N II 9	—				56 8	56 8		—
I N II 9	—				50 8	51 0		—
	—				—	—		4828
II N I 10	—				03 8	—		—
I N I 10	—				—	—		—
II N II 10	—				4796 8	—		—
	—				—	—		—
I N II 10	—				88 8	—		—
II N I 11	—				59 8 u	—		—
	—				—	—		—
	—				—	4642 5		—

15) Auch in Kathodoluminescenz von K-Dampf sichtbar (Lewis 132) Die Anwesenheit von 7699 und 4047 ist wahrscheinlich, doch nicht sicher 16) Zuerst von Hartley und Ramage [126] im Spectrum der Bessemerflamme beobachtet In dieser Spectralgegend befinden sich weitere schwache Linien, die mit dem continuirlichen Grunde zusammen zu

Thalén (26) Funke	Eder u Valenta (94) Funke	Schillinger (207) Funke	Huggins [37] (21) Funke	Gramont [59] (105, 117) Funke	Ramage (130) Flamme	
	7699 3 8 s	7699 41 5 r		7699 1	7696 10	4) 14) 18) 19) 28) 29) 30) 31) 36) 38) 39) 40) 41) 45) 46) 47) 49)
	65 6 8 s	65 56 5 r		66 1	64 10	14) 18) 20) 28) 29) 30) 31) 36) 38) 39) 40) 41) 45) 46) 47) 49)
	—	—	6953	—	—	
	6938 8 8 s	6938 89 6 uR	32	6939 5	6939 8	21) 30) 36)
	11 2 7 s	11 25 4	—	11 7	13 7	21) 30) 36)
	—	6427 89 1	—	—	—	
	--	6307 23 2 s	6305	6308 0 5	—	57) 70)
	—	6246 50 1	6246	6245 5 3	—	57) 70)
	—	6120 16 2	6120	6117 5 6	—	
5829 0 1	5832 2 3 s	5832 23 4	5831	5832 8	5832 25 6	5) 16) 19) 30) 32) 41) 43) 51) 53) 56) 60) 65) 70)
—	12 5 3 s	12 49 2	11	11 3	12 53 5	22) 30) 32) 43) 51) 53) 56) 60) 65)
02 0 1	02 0 4 s	01 98 5	00	01 8	02 12 7	1) 15) 30) 32) 41) 43) 50) 51) 53) 56) 63) 65)
5782 5 2	5782 7 3 s	5782 64 3 uR	—	5783 4	5782 74 6	5) 15) 20) 30) 32) 41) 43) 50) 51) 55) 56) 60) 65)
—	—	—	5516	5515 2	—	57) 58) 72)
5353 5 2	5359 9 8 s	5359 89 2 uR	—	5360 3 u	5359 96 4	19) 30) 32) 43) 51) 53)
—	43 4 1	43 31 1 uR	—	44 2 u	43 38 2	23) 30) 41) 43) 53)
—	—	—	—	—	—	
38 5 2	40 1 8 s	39 98 2 uR	—	40 3 u	40 17 3	6) 23) 30) 32) 43) 50) 51) 53)
22 5 2	23 6 2 s	23 56 1 s	—	23 5 2 u	23 68 2	22) 30) 32) 43) 50) 51) 53)
—	5112 7 2 s	5112 65 1 s	—	13 2 u	12 76 2	22) 30) 41) 43) 51) 53)
—	5099 3 2 s	5099 62 1 s	—	5099 2 u	5099 83 1	22) 43) 51) 53)
—	—	—	—	—	97 64 1	22) 30)
—	84 5 5	85 12 1	—	—	85 07 1	22) 30) 32)
—	57 4 1	55 96 1	—	51 2	—	
—	—	—	—	—	—	72)
—	06 8 8	05 52 2	—	07 2	—	70)
—	4965 5 1	—	—	—	4965 61 1	24) 30)
—	—	—	—	—	57 1	24) 30) 47)
—	—	—	—	—	51 46 1	7) 21) 30)
—	43 8 1	4943 20 1	—	—	—	21) 24) 30)
—	—	—	—	—	4870 1	24) 52)
—	—	—	—	—	62 1	24)
—	—	—	—	4855 5 3	57 1	24)
—	—	—	—	51 3	—	24)
4827 0 3	4832 3 3 s	4829 17 2 s	4827	29 4	29 1	70)
	—	—	—	—	03 8 1	
	—	—	—	—	01 0 1	
	—	—	—	—	4798 1	
	—	—	—	—	67 1	
	—	—	—	—	—	
	4660 7 3 s	4659 76 1	—	—	4660 1	
	50 7 2	—	—	4652 2	—	
	—	—	—	—	42 35 1	16) 63)

hängen scheinen, aber nicht gemessen worden sind (Ramage 130) 17) Bei Ramage heisst es 3406 [130] 18) Saunders [147] hält seinen Werth für besonders genau, da an mehreren guten Aufnahmen gemessen 19) Von Watteville in Bunsenbrenner photographirt [151] Conus Intensität 3, Flamme 3

	Kayser u Runge (77) Bogen	Liveing u Dewar[2]) (51) Bogen	Exner u Haschek (150) Bogen	Lecoq (38) Funke	Eder u Valenta (94) Funke	Schillinger (207) Funke	Huggins [37]) (21) Funke	Giamont [53]) (105, 117) Funke	Exner u Haschek (128) Funke	Ramage (30) Flamme	
	—	—		—	—	—	—	—		4638 6 1	
	—	—		4607	4609 5 6	4608 49 4	—	4606 2		—	68) 70)
	—	--		4505	4506 1 5s	4505 56 4	—	4506 5 2		—	70) 68)
	—	—		—	4467 5 5s	4466 83 2s	—	4466 2		—	70) 68)
	—	—		—	57 2 1	—	—	—		—	
	—	—		4387	24 3 1	23 89 1u	—	—		—	
	—	—		—	4388 2 3s	4388 30 1	4386	4388 2		—	70) 68)
	—	—		—	—	40 02 1	—	—		—	68) 70)
	—	—		4307	4309 3 1s	09 24 5s	4309	09 5 3	4309 2 1u	—	9) 68) 70)
	—	—		—	05 1 2s	05 17 3s	—	06 5 2	—	—	68)
	—	—		—	—	4288 64 1	—	—	—	—	
	—	—		4263	4263 2 6s	63 48 8s	4263	4264 5	4263 4 1u	—	68) 70)
	—	—		—	25 7 6s	25 76 4s	—	25 5 3	—	—	68) 70)
	—	—		—	23 1 6s	23 15 5s	—	22 5 3	—	—	68)
	—	—		—	10 3 1	10 37 1	—	10 1	—	—	
	—	—		4185	4186 3 8	4186 39 10	4184	4185 5 5u	4186 15 3u	—	68) 70)
	—	—		—	49 1 6s	49 39 5s	—	—	49 4 1u	—	68) 70)
	—	—		—	34 7 7s	34 87 5s	—	—	34 8 1u	—	68) 70)
	—	—		—	15 1 4s	15 11 3s	—	—	15 10 1u	—	68) 70)
	—	—		—	—	4094 53 1u	—	—	—	—	
	—	—		—	—	66 64 1u	—	—	—	—	
	—	—		—	—	48 10 2s	—	—	—	—	[46) 47) 48) 49) 51) 53) 55) 56) 62) 71)
H I 4	4047 36 6R	4045	4047 42 200	4044	4047 4 10s	4047 35 10	4044	4045 5 5u	4047 30 10R	4047 39 9	8) 10, 11) 12) 14) 32) 33) 40) 41) 43) 44) 45)
H II 4	44 29 8R	42	44 36 200		44 3 10s	44 31 20			44 30 20R	44 33 10	11) 12) 14) 2) 32) 34) 40) 41) 43) 44) 45)
	—	—	—		—	42 81 2s			42 8 1u	—	[46) 47) 48) 49) 51) 53) 55) 56) 61) 71)
	—	—	—		4040 2 1	39 92 1			—	—	
	—	—	—		26 0 1	25 35 1			—	—	
	—	—	—		18 8 1	18 26 1			—	—	
	—	—	—		12 3 2	12 22 1			—	—	
	—	—	—		01 2 6s	01 35 5s			01 35 1u	—	*)
	—	—	—		3995.0 1s	3995 23 4s			—	—	
	—	—	-		72 6 3s	72 36 3s			3972 75 1u	—	

	—	—	—		3966 7 4	3966 90 3			—	—	68)
	—	—	—		55 3 4s	55 42 7s			3955 4 1u	—	
	—	—	—		43 3 2s	43 01 1s			—	—	
	—	—	—		34 7 1s	34 60 1			—	—	
	—	—	—		27 0 1s	27 02 1u			—	—	
	—	—	—		23 8 1s	23 80 1			—	—	
	—	—	—		3898 1 8s	3898 01 8s			3898 03 1u	—	8)
	—	—	—		84 2 1s	—			—	—	
	—	—	—		79 2 1s	78 46 1			—	—	
	—	—	—		74 1 2s	73 93 1			—	—	
	—	—	—		62 3 1s	62 02 1			—	—	
	—	—	—		18 5 1	18 14 2			—	—	
	—	—	—		—	16 92 1			—	—	
	—	—	—		00 8 1s	00 75 2			—	—	
	—	—	—		3783 2 3s	3783 34 3s			3783 3 1u	—	
	—	—	—		67 1 1s	67 52 3s			—	—	
	—	—	—		57 4 1s	57 79 1			—	—	
	—	—	—		49 1 1	—			—	—	
	—	—	—		44 5 1s	44 75 1			—	—	
	—	—	—		39 2 1	39 28 1s			—	—	
	—	—	—		27 5 1	—			—	—	
	—	—	—		—	22 08 3			—	—	
	—	—	—		16 9 1	16 66 1			—	—	
	—	—	—		13 2 1	—			3713 1 1	—	73)
	—	—	—		—	3683 68 1s			—	—	

20) Von Watteville in Bunsenbrenner photographirt [151] Conus Intensitat 4, Flamme 4 21) Fehlt nach Watteville [151] in Bunsenbrenner 22) Von Watteville [151] in Bunsenbrenner photographirt Conus und Flamme Intensitat 1 23) Von Watteville [151] in Bunsenbrenner photographirt Conus und Flamme Intensitat 2 24) Spurenweise im continuirlichen Grunde des Bunsenbrenners nach Watteville [151] 25) Wie 22, Intensitat 20 26) Wie 22, Intensitat 15 27) Wie 22, Conus Intensitat 10, Flamme 8 28) Die Absorption in Flammen hat Gouy [50] gemessen Sie verhalt sich fur die kurzere Componente zur langeren wie 1 63 1 4 Vergl auch Band II p 166 29) Umkehrungserscheinungen von Liveing und Dewar [49] untersucht 30) Von Goldstein [188] in Vacuumröhren mit pulverisirtem Bromkalium bei Durchgang von condensirten Entladungen gesehen 31) Arons [104] findet das rothe K-Paar in einer Hg-K-Amalgam-Vacuumbogenlampe bei 20 Amp in allen Theilen der Strombahn bei Anwendung von Wasserkuhlung, nicht jedoch in einer Lampe mit K-Na-Legirung bei 5 Amp, wenn nicht gekuhlt wird 32) Von Arons [104] in Vacuumbogenlampe mit Na-K-Amalgam bei 5 Amp gefunden Ausserdem hat Arons eine sonst nicht beobachtete Linie bei 4400 33) Rowland [93] giebt im Bogen (new table) 4047 373 Intensitat 40 R 34) Rowland [93] giebt im Bogen (new table) 4044 301 Intens 50 R

	Kayser u Runge (77) Bogen	Liveing u Dewar[2]) (51) Bogen	Exner u Haschek (150) Bogen	Eder u Valenta (94) Funke	Schillinger (207) Funke	Exner u Haschek (128) Funke	Ramage (130) Flamme	
	—	—	—	3682 3 4s	3681 67 4	3681 7 1	—	
	—	—	—	—	76 16 1	—	—	
	—	—	—	70 2 1	69 06 1	—	—	
	—	—	—	—	39 73 1	—	—	
	—	—	—	—	27 09 1	—	—	
	—	—	—	18 4 3s	18 58 2	—	—	
	—	—	—	10 4 2s	09 41 3	—	—	
	—	—	—	—	3562 63 1	—	—	
	—	—	—	3531 2 2s	30 98 3s	3531 0 1	—	
	—	—	—	—	18 68 1	—	—	
	—	—	—	—	14 07 1	—	—	
	—	—	—	3481 5 1	3481 30 1	—	—	
	—	—	—	76 7 1	77 59 1	—	—	
	—	—	—	—	68 45 1	—	—	
H I 5	3447 49 6R	3445 0	3447 54 20	—	47 52 2	—	3447 56 3	[26] [35] [41] [43] [44] [45] [47] [51]
H II 5	46 49 8R	43 6	46 51 10	47 0 10	46 53 3s	3446 9 1	46 55 4	[17] [26] [35] [41] [43] [44] [45] [47] [51]
	—	—	—	40 5 6s	40 50 3	—	—	
	—	—	—	33 8 1s	33 75 2	—	—	
	—	—	—	21 5 1	22 40 1	—	—	
	—	—	—	03 8 2	04 71 2	—	—	
	—	—	—	—	3392 82 1	—	—	
	—	—	—	3385 4 6	85 38 4	3385 65 1	—	
	—	—	—	81 4 6s	81 11 4	81 5 1	—	
	—	—	—	73 0 1	73 98 3	74 65 1	—	
	—	—	—	—	64 70 6	64 6 1	—	
	—	—	—	62 8 1	63 39 8	63 55 1	—	
	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	60 30 2	—	—	
	—	—	—	—	58 47 2	—	—	
	—	—	—	45 5 8s	45 80 5	46 0 1	—	
	—	—	—	26 4 1s	—	—	—	
	—	—	—	22 0 1s	22 46 4s	—	—	

	—	—	—	3312 3 3s	3312 77 4	—	—	
	—	—	—	3290 8 3s	3291 07 3	—	—	
	—	—	—	—	89 13 4	—	—	
	—	—	—	—	78 84 3	—	—	
	—	—	—	—	62 02 2	—	—	
	—	—	—	—	41 14 2s	—	—	
	—	—	—	24 7 1s	24 66 1	—	—	
	—	—	—	20 9 2s	20 93 2	—	—	
	—	—	—	—	18 87 1	—	—	
H I 6	3217 76 4R	3216 5	3217 75 2	17 5 2	17 54 1	—	3217 ??	27) 43) 47)
H II 6	17 27 6R	—		—	—	—	3217 36 2	27) 43) 47)
	—	—		09 0 1s	09 45 4s	—		
	—	—		02 1 1s	02 09 3s	—		
	—	—		3190 2 2	3190 55 2	—		
	—	—		—	88 44 2	—		
	—	—		69 2 1s	70 02 1	—		
	—	—		57 5 1s	57 62 1	—		
	—	—		43 7 3s	—	—		
	—	—		29 3 4s	29 52 2	—		
	—	—		04 5 5	05 43 4	3105 6 1		

35) Neben anderen Linien im weniger brechbaren Theile des Spectrums von Liveing und Dewar als ausserste ultraviolette Linie im Spectrum von Explosionsgemischen photographirt 36) Schon von Kirchhoff [10] im Funken gemessen 37) Die Zahlen von Huggins sind naturlich veraltet Ich fuhre sie hier nur an, weil Huggins einige sonst nur von Schillinger [207] beobachtete Funkenlinien hat 38) Anomale Dispersion von Winkelmann [69] beobachtet 39) Anomale Dispersion von Ebert [144] gemessen 40) Verbreitern sich nach Ebert [144] unsymmetrisch mit zunehmender Dampfmenge in Flamme 41) Von Eder und Valenta [84] im Bunsenbrenner photographirt 42) Von Ritz [42] vorausberechnet zu 6964 7 Ausser dieser, sonst nur von Saunders gemessenen Linie hat Ritz noch zwei Linienpaare bei 7020 und 7240 gesehen, aber nicht messen konnen 43) Von Morse (149) im Wehneltunterbrecher gemessen, wenn Electroden aus C oder Pt in Losungen des Carbonates oder Sulfates benutzt werden Die Intensitatsvertheilung ist ahnlich wie im Bogen 44) Von Crew und Baker durch Funken zwischen den Polen eines ausgeloschten [135] Kohlebogens bis zu 5 Secunden nach Erloschen des Bogens gefunden, nicht an den kalten Electroden 45) Von Auerbach [172] im Bunsenbrenner photographirt 46) Von Auerbach [172] im Leuchtgasgeblase photographirt 47) Von Auerbach [172] im Leuchtgas-Sauerstoffgeblase photographirt 48) Anomale Dispersion von Geisler [204] beobachtet 49) Anomale Dispersion von Schon [180] gemessen 50) Von Carlheim-Gyllenskold beobachtet, wenn Kanalstrahlen auf KJ fallen [189] 51) Von Hartley [191] in der Sauerstoff-Wasserstoffflamme photographirt 52) Von Hartley [191] in der O-H Flamme photographirt $\lambda = 4870\ 4$ 53) Von Salet [41] in Vacuumrohren gesehen (vergl Goldstein [188]) 54) Rowland [74] giebt unter den „standards" $\lambda = 4047\ 373$ Int 40 im Bogen 55) Rowland [174] giebt unter den „standards" $\lambda = 4044\ 301$ Int 50 im Bogen 56) Man vergleiche fur diese Linien Tafel I Bd II No 1 und 6 sowie p 348 Bd II 57) Von Eder und Valenta [94] als fremde Linien bezeichnet

	Kayser u Runge (77) Bogen	Liveing und Dewar (51) [2]) Bogen	Eder u Valenta (94) Funke	Schillinger (207) Funke	Exner u Haschek (28) Funke
H I 7	3102 37 2R	3101 0	3102 3 1	3103 05 1 s	—
H II 7	02 15 4R	—	—	—	—
	—	—	3074 6 1	3074 55 1	—
	—	—	67 3 1	—	—
	—	—	62 4 6s	62 56 5	3062 7 1
	—	—	56 1 1	56 96 2 s	—
	—	—	51 5 1	52 17 3 s	—
H 8	3034 94 4R	3033 0	—	—	—
	—	—	30 0 1	30 79 1	—
	—	—	23 0 1	23 56 2 s	—
H 9	2992 33 2R	2992 0	2992 3 4s	2992 47 3	2992 4 1
	—	—	86 0 1	86 05 1	
H 10	63 36 1R	2963 4	—	63 37 1	
H 11	42 8 1R	42 0	—	—	
			38 7 1	38 55 1	
			2853 5 1	2854 06 1	
			33 0 2	33 25 1	
			19 0 1	19 24 1	
			2780 5 1	2780 2 1	
			—	43 5 1	
			36 2 1	36 1 1	
			2690 4 1	2690 5 1	
			62 5 1	—	
			35.3 1	35 7 1	
			14 0 1	14 2 1	

Eder u Valenta (94) Funke	Schillinger (207) Funke
2549 4 2 s	2549 6 1
—	38 7 1
—	2474 3 1
2440 9 1	40 7 1
2379 5 1	2379 6 1
58 9 1	58 9 1
50 4 1	50 3 1
41 7 1	—
41 7 1	43 2 1 s
—	28 0 1
	11 7 1
2274 4 1	2274 2 1
68 1 1	—
—	62 2 1
61 8 1	61 8 1
—	60 7 1
58 3 1	57 9 1
54 9 1	55 0 1
48 4 1	48 2 1
43 5 1	—
—	05 2 1 s
03 9 1	03 7 2 s
	2196 8 1
	44 6 1

---

58) Von Lecoq später dem Schwefel zugerechnet [116] 59) Die Intensitätsbezeichnungen bei Gramont habe ich, so gut es ging, durch die Zahlen 1—10 ausgedrückt 60) Nach de Gramont [117] characteristische Linien für den Funken nach geschmolzenen Salzen 61) In [92] giebt Rowland für die der K-Linie 4044 entsprechende Sonnenlinie den Werth 4044 293 Int 1 62) In [92] giebt Rowland keine dieser K-Linie entsprechende Sonnenlinie 63) Besonders stark beim Bessemerprocess [126] Auch von Hartley und Ramage beobachtet 64) Nach Hartley und Ramage neben 4044/47 und 7699/63 in Gebläseflamme characteristisch 65) Von Lewis [132] bei Erregung durch Kanalstrahlen beobachtet 66) Von Hermann [160] umgerechnet auf 7702 03 und 7668 64 67) Hermann [160] findet verschiedene Werthe, je nachdem die Linien als Verunreinigungen auftreten oder als Hauptlinien Die Messungen im ersten Falle sind für die Tabelle gewählt Im zweiten Falle findet Hermann 7699 48 u 4 5 A breit, R, Umkehrung 0 5 A breit
bezw 7665 19 u 4 A breit, R, Umkehrung 0 5 A breit

68) Nach Lockyer [162] enhanced lines 69) Diese Werthe stimmen ziemlich mit von Ritz (201) vorausberechneten Zahlen 70) Nach Goldstein [188] Linien des „Grundspectrums" 71) Nach de Gramont [179] raies ultimes = Restlinien 72) Nach Schillinger Verunreinigung [207] 73) Nach Schillinger [207] die Luftlinie 3712 95 74) Diese und die folgende Linie nach Ritz (3, p_ι, π_ι) — (2 5, s, σ), entsprechen den Natriumlinien 22056/084 und der Lithiumlinie 26875 3 75) Die von Bergmann gefundene Serie ist hier kurz als III Nebenserie bezeichnet Das Ritzsche Symbol dafür ist (3, d, δ) — (m, $p_1 - p_2$, $\pi_1 - \pi_2$)

Bandenspectra.

Trotz zahlreicher Untersuchungen ist die Natur und der Zusammenhang der Bandenspectra des Kaliums nicht genügend aufgeklärt

Es ist wohl zweifellos, dass das zuerst von Schuster und Roscoe, dann von Lockyer, in neuerer Zeit von Wood und Carter untersuchte Absorptionsspectrum dem Metall selbst zukommt, und dass es dem Bandenspectrum des Natriums in jeder Hinsicht entspricht, besonders auch darin, dass es ganz oder theilweise durch Fluorescenz zur Emission gebracht werden kann, und dass zahlreiche seiner Linien den longitudinalen, inversen Zeeman-Effect aufweisen Bei vielen starken Absorptionslinien fehlt dieser jedoch Die wesentlichen Ergebnisse der Untersuchung des Fluorescenzspectrums sind bereits in Bd IV p 937 gegeben

Ob dieses Bandenspectrum ausser durch Fluorescenz auch durch Temperatursteigerung des Kaliumdampfes oder auf sonst eine Weise zur Emission gebracht werden kann, ist ungewiss. Einzelne Autoren machen gelegentliche Angaben in dieser Richtung, z B Goldstein und Salet, die das Bandenspectrum in Vacuumröhren gesehen haben wollen Andererseits giebt Lockyer an, dass das Bandenspectrum in Absorption bei höherer Temperatur verschwinde Ich habe vergeblich versucht, es in Vacuumröhren in Emission zu erhalten Doch ist nicht ausgeschlossen, dass man es im positiven Glimmlicht erhält, wenn man Gleichstrom verwendet Ich lasse die Wellenlängen der Hauptkanten folgen, wie sie am Absorptionsspectrum gemessen worden sind.

Roscoe und Schuster (37) Kanten nach langen Wellenlängen	Wood und Carter[1]) (201) Linien
6844	6855 5
—	49 9
6762	6765 8
—	59 9
6710	6714 5
	09
6660	6668 5
—	62 7
6615	22 7
—	11 3
6572	6583 9
—	65 6
6534	6544 3
—	34 6
6494	6520 3
—	12 8
—	05 3
—	6488 4
6459	66 8

1) Es sind nur die stärksten den Kanten entsprechenden Linien angeführt

Roscoe und Schuster (37) Kanten nach langen Wellenlangen	Wood und Carter [1] (201) Linien
—	6443.3
6430	33.8
—	20.3
6400	12.5
—	6399.7
6379	82.9
6357	62.9
50	54.0
—	43.3
31	34.3
22	24.6
—	21.7
11	06.8
00	6298.5
—	95.2
6275	
6059	
32	
12	
5988	

Roscoe und Schuster (37)
5964
49
30
01
5860
42
21
02
5791
63
45
32
12
00
5690
74
67

Neben den Linien des Kaliums tritt ferner in Flammen und im Bogen ein Spectrum auf, das von den meisten Autoren als continuirlich beschrieben wird, wahrend andere Andeutungen von Banden und Linien darin gesehen haben. Dieses continuirliche Spectrum ist bereits von Bunsen und Kirchhoff beschrieben worden und wird von ihnen dem Oxyd zugerechnet.

Die spateren Beschreibungen werden am besten durch die folgende Tabelle wiedergegeben. Einzelne Unterschiede erklaren sich durch die Beobachtungsmethoden. Nach Einfuhrung des photographischen Beobachtungsverfahrens fand man, dass sich das Spectrum weit ins Ultraviolett erstreckt. Auch ins Ultraroth soll es sich nach Angabe Snow's fortsetzen. Einzelne beobachtete Minima erklaren sich durch ungleichmassige Sensibilisirung benutzter Platten.

Besonders stark wird der continuirliche Grund bei Verwendung von Geblaseflammen. In diesem Falle sind auch die bereits erwahnten Einzelheiten sichtbar. Ich finde auf einigen Aufnahmen Andeutungen, dass der ganze Grund sich aus ahnlichen Banden aufbaut, wie die grune Bande des Calciumchlorids im Bogen. Genauere Angaben macht Hartley. Hartley findet die Banden bei verschiedenen Salzen gleich, mit grosseren Zwischenraumen als die entsprechenden Banden bei Li und Na. Mit der Menge der verdampften Substanz und der Lange der Expositionszeit andert sich das Aus-

1) Es sind nur die starksten den Kanten entsprechenden Linien angefuhrt.

sehen der Banden. Zwischen 4800 und 4414 liegen 10 Banden. Diese sind diffus und rücken mit abnehmender Wellenlänge näher aneinander. Ein Theil der Banden beginnt bei dem rothen Kaliumpaar und wird mit abnehmender Wellenlänge schwächer, ein anderer Theil erscheint wie eine Fortsetzung der Nebenserien. Der erste Theil erscheint continuirlich.

Nach dieser Beschreibung scheint es nicht ausgeschlossen, dass der rothe Theil den Absorptionsbanden des Kaliumdampfes entspricht.

Photometrisch hat zuerst Gouy das continuirliche Spectrum untersucht. Er findet dabei, dass der Helligkeitsverlauf in demselben in einem Zusammenhange steht mit der Intensität des rothen Kaliumpaares. Mit der Annäherung an dieses nimmt die Helligkeit ständig zu. Merkwürdiger Weise zeigt sich jedoch in Flammen keine Absorption in dem continuirlichen Theile von der gleichen Grössenordnung wie in den Linien. Gouy theilt auch bereits das continuirliche Spectrum nach dem photometrischen Verhalten in zwei Theile, einen im Roth gelegenen und den brechbareren.

Lenard theilt das continuirliche Spectrum gleichfalls in zwei Theile, den blauen Theil bezeichnet er als Conglomerat der „Höfe" der Hauptserienlinien. Er identificirt die continuirliche Emission mit der Emission geschmolzener Salze und nimmt an, dass in beiden Fällen die gleichen Centren, die chemischen Kaliumionen, leuchten.

Aehnliche Ansichten äussert Leder, der die Intensität im continuirlichen Spectrum mittels Osmiumlampe in Energieen umrechnet und zum Schlusse kommt, dass ein Theil des continuirlichen Spectrums durch die Höfe der Hauptserien, ein anderer Theil durch die Höfe der Nebenserien hervorgerufen werde.

Hartley, Lenard, Leder sowie andere Beobachter stimmen darin überein, das Spectrum dem Metall selbst zuzuschreiben.

Es scheint mir nach den genannten Beobachtungen, dass die Verhältnisse complicirter liegen. Die Messungen im continuirlichen Spectrum sowie die Angaben von Hartley deuten allerdings darauf hin, dass ein Zusammenhang zwischen dem Serienspectrum des Kaliums und dem continuirlichen Spectrum besteht, auch ist es nicht unwahrscheinlich, dass dieses in mehrere sich verschieden verhaltende Theile zerfällt. Endlich ist wohl auch zuzugeben, dass vieles dafür spricht, dass das Spectrum dem Metall selbst zukommt, vor allem der anscheinende Zusammenhang mit dem Serienspectrum. In diesem Sinne kann man vielleicht von Haupt- und Nebenserien sprechen. Auch zeigt ja die Lage der Banden des Absorptionsbandenspectrums des Kaliums eine ähnliche Gesetzmässigkeit und beim Natrium findet sich Analoges. Allein die Anwesenheit von Banden in dem „continuirlichen" Grunde und das photographisch controllirbare Aussehen der Hauptserienlinien schliessen es wohl aus, dass der continuirliche Grund etwa als Product von Verbreiterungserscheinungen angesehen werden kann. Wahrscheinlicher ist es anzunehmen, dass es sich hier, wie so oft, um diffuse, zu ihrer Auflösung allerstärkste Dis-

persion erfordernde Banden handelt, die freilich dem Kalium selbst zukommen dadurch auch in gesetzmassigem Zusammenhange mit dem Linienspectrum stehen, jedoch mit diesem selbst nicht unzertrennlich verbunden sind

Continuirliches Spectrum.

Lecoq [38]	contin von 645—415, Maximum 573—475
Eder und Valenta [84]	contin von 6400—2800, Maximum bei 4800
Hartley [183]	contin von 7665—6911, 4800—3600 Banden

Verbindungsspectra.

Verbindungsspectra des Kaliums scheinen nicht beobachtet zu sein In den Haloidwasserstoffflammen erhalt man kein sichtbares Spectrum. Doch ist weder das Ultraviolett noch das Ultraroth untersucht worden Es ist wahrscheinlich, dass sich dort Verbindungsspectra finden werden

KRYPTON (Kr = 81 8)

Literatur

1) W Ramsay and M W Travers, On a new constituent of atmospheric air Proc Roy Soc **63** p 405-408 (1898), Nat **58** p 127—128 (1898), C R **126** p 1610—1613 (1898), Zs physik Chem **26** p 362—364 (1898) Entdeckung

2) C Runge, The origin of the aurora spectrum Nat **59** p 29 (1898) Hauptlinie

3) W Ramsay, The spectrum of krypton Nat **59** p 53 (1898) Einige Wellenlangen

4) C Runge, On the spectra of krypton Astrophys J **10** p 73—79 (1899) Erste Messung zweier verschiedener Spectra

5) G D Liveing and J Dewar, On the separation of the least volatile gases of atmospheric air, and their spectra Proc Roy Soc **68** p 389—398 (1901) Spectrum

6) A Ladenburg und C Krugel, Ueber das Krypton Berlin Ber 1900, I p 211—217 1900, II p 727—728 Messungen

7) W Ramsay and M W Travers, Argon und seine Begleiter. Zs physik Chem **38** p 641—689 (1901) Zeichnung des Spectrums

8) E C C Baly, The spectra of neon, krypton and xenon Phil Trans A **202** p 183—242 (1903) Spectra

9) R Schmidt, Spectrum eines neuen in der Atmosphäre enthaltenen Gases Verhandl physik Ges **8** p 277—282 (1906) Messung einiger Linien

10) W Lohmann, Beiträge zur Kenntniss des Zeeman-Phänomens Physik Zs **7** p 809—811 (1906)

Nachdem in der atmosphärischen Luft durch Lord Rayleigh und Ramsay Argon nachgewiesen war, lag ein Suchen nach weiteren unbekannten Bestandtheilen der Luft nahe Ramsay und Travers [1] liessen verflussigte Luft verdampfen Aus dem Reste (10 cbcm von 750 cbcm) wurde, nachdem er auch in Gasform ubergefuhrt war, nach bekannten Methoden O und N entfernt Es blieben 26 cbcm Gas, welches spectroscopisch untersucht ausser Argonlinien noch eine Anzahl starker unbekannter Linien zeigte, deren Wellenlangen roh angegeben werden Das zugehorige gasformige Element wurde Krypton genannt, seine Hauptlinie sollte bei 5866 65 liegen

Diese Wellenlänge verbessert zunachst Runge [2] zu 5870 40 und weist auf die nahe Coincidenz mit den besten Messungen der Nordlichtlinie hin. (Vergl diesen Band, pag 54) Er giebt die Messung von noch 2 starken Linien, und auch Ramsay [3] veroffentlicht genauere Zahlen fur diese 3 Linien

Dann bringt Runge [4] die erste Untersuchung des Krypton, welches er in ahnlicher Art aus $^3/_4$ Liter flussiger Luft erhalt Sein Gas ist freilich recht unrein, es enthalt viel Argon, Kohlenwasserstoffe, Stickstoff, der

aber bald verschwindet — Runge findet, dass Krypton, gerade wie Argon, zwei verschiedene Spectra giebt, je nachdem man einfache Entladungen hindurchschickt, oder Leidener Flasche oder Funkenstrecke einschaltet — Die Messungen sind wohl die genauesten die bisher vorliegen, geben aber nur die starkeren Linien, sie enthalten auch 3 Linien, die zu dem erst spater entdeckten Xenon gehoren

Auch Liveing und Dewar [5] behandeln Ruckstande flussiger Luft, wobei sie den grossen Vortheil haben, zur Fractionirung flussigen Wasserstoff benutzen zu konnen So sind sie im Stande, Neon und Krypton ziemlich rein zu erhalten, und geben Tabellen, welche freilich nur angenaherte Messungen, in ganzen Ångstromschen Einheiten, enthalten Sie besprechen ausfuhrlich den Einfluss der Leidener Flasche, welcher je nach der benutzten Rohre recht verschieden zu sein scheint Auch ohne Leidener Flasche zeigen verschiedene Rohren erhebliche Unterschiede der relativen Intensitat der Linien

Auch Ladenburg und Krugel [6] stellen das Gas in derselben Weise her, ihre Messungen sind indessen recht ungenau, auch scheint das Gas unrein gewesen zu sein

Ramsay und Travers [7] veroffentlichen dann eine Zeichnung des Spectrums, welche von Erdmann nach von ihnen hergestellten Rohren aufgenommen ist

Bei weitem die beste Untersuchung liefert Baly [7], der die Gase im Laboratorium von Ramsay darstellt Die Spectra werden mit Concavgitter von 10 Fuss in hoheren Ordnungen photographirt Baly weist auf einige Schwierigkeiten hin Die Aluminiumelectroden werden sehr heiss und entwickeln dabei Wasserstoff, sie schmelzen leicht ab Das Metall zerstaubt sehr stark, und der sich bildende Beschlag der Wande absorbirt das Gas stark, so dass die Rohren nicht lange halten, resp haufige Nachfullung von Gas erforderlich wird Die Linien sind bei hoherem Druck unscharf, bei kleinerem Druck werden sie sehr scharf, dann aber auch lichtschwacher, und das Verschwinden des Gases wird starker

Baly findet, dass einige Linien des Krypton schon im Argonspectrum photographirt worden sind, merkwurdiger Weise sind es schwache Krypton-Linien, wahrend die starken im Argon nicht auftreten [1]) Das legt die Vermuthung nahe, dass es sich weder um Argon- noch Krypton-Linien handelt, sondern dass damit Anzeichen eines unbekannten fremden Gases gegeben sind Auf dasselbe deutet die Thatsache hin, dass nach Baly eine grosse Zahl schwacherer Linien im Krypton und Xenon auftreten, wahrend die starken Linien jedes Gases im Spectrum des anderen fehlen Auch in der Tabelle von Liveing und Dewar [5] finden sich einige Linien, welche Baly nicht hat finden konnen, welche daher vielleicht einem neuen Gase angehoren

1) Baly giebt bei dieser Gelegenheit eine Liste bisher nicht beobachteter Argonlinien, und eine zweite Liste von Linien, die aus den bisherigen Angaben für Argon zu streichen seien Ich habe bei Niederschrift des Abschnittes fur Argon diese Angaben leider übersehen

Endlich findet auch Schmidt [9] bei der Untersuchung von Rückständen verflüssigter Luft ein Spectrum, welches neben unbekannten Linien eine grosse Anzahl der schwächeren Linien von Xenon und einige von Krypton enthält, während deren starke Linien fehlen. Auch hier wird der Schluss gezogen, die Gase enthalten noch unbekannte Elemente.

Lohmann [10] untersucht den Zeeman-Effect für die Linien 5871 und 5570.

Das Spectrum mit Leidener Flasche wird von Baly erstes Spectrum genannt, das linienreichere ohne Flasche zweites Spectrum. In jedem der beiden Spectra kommen die Hauptlinien des anderen vor, ganz wie bei Argon. Ich gebe in den folgenden Tabellen die beiden Spectra getrennt nach Baly und Runge. Da Liveing und Dewar sie nicht trennen, kann man über die Linien, welche sie allein führen, nicht entscheiden, ich gebe sie beim ersten Spectrum an.

Erstes Spectrum.

Baly (8)	Runge (4)	Liveing u. Dewar (5)	
	7601 47 4	7600 8	
	7587 48 3	7587 2	
	—	6771 1	
	—	6578 1	
	—	42 3	
	—	11 2	
	—	6487 3	
6456 65 1	—	58 1	
—	—	51 3	
21 32 1	—	20 4	
—	—	6305 3	
6236 61 1	—	—	
23 00 1	—	—	
—	—	6170 2	
—	—	6095 1	
6083 08 1	—	82 1	
75 50 1	—	—	
56 32 2	—	56 2	
—	—	21 1	
12 34 1	—	11 2	
5994 02 2	—	5992 3	
5880 06 1	—	—	
—	—	5873 1	
71 12 10	5871 071 8	71 10	
66 94 1	—	—	
32 94 1	—	—	
27 28 1	—	—	
5756 96 1	—	5753 2	
18 59 1	—	—	
01 06 2	—	—	
5695 58 1	—	—	
60 37 3	—	—	
49 85 1	—	—	
5580 64 1	—	—	2)
70 50 10	5570 417 8	5571 10	
62 45 6	62 363 4	63 3	
—	—	44 1	
20 74 1	—	—	2)
19 61 4	—	—	
—	—	06 2	
00 90 1	—	00 2	
5498 24 3	—	—	
91 11 1	—	—	
—	—	5483 1	
75 49 2	—	—	
—	—	29 1	
23 44 1	—	24 1	
—	—	5305 1	
—	—	5215 1	
—	—	09 5	
—	—	5172 1	
—	—	4903 2	
4829 90 3	—	—	
07 22 4	—	—	
4792 80 1	—	—	
34 32 4	—	—	
4697 17 4	—	—	
91 12 2	—	—	
71 40 10	4671 42 2	—	
24 48 10	24 46 1	—	

2) Gleiche Intensität im ersten und zweiten Spectrum.

Baly (8)		Runge (4)		Liveing und Dewar (5)		
4612 07	1	—		—		
4582 90	4	—		4583	4	
24 82	4	—		—		
02 56	9	4502 43	4	05	2	
01 13	2	—		—		
4463 88	10	4463.82	5	4464	3	
54 12	10	54 07	4	54	1	
25 32	1	—		—		
18 89	1	—		—		
10 49	1	—		—		
00 11	6	00 05	1	00	1	
4385 87	1	—		—		
84 01	1	—		—		
76 33	10	4376 24	3	4376	3	
64 58	1	—		—		
62 83	9	62 76	2	63	2	
58 43	1	—		—		
55 67	1	—		56	12	1)

Baly (8)		Runge (4)		Liveing und Dewar (5)		
4351 48	3	—		—		
19 76	10	4319 760	4	4320	8	
18 74	8	18 70	2	19	3	
00 67	1	—		01	7	1)
4286 64	1	—		—		
83 17	4	—		4283	3	
74 15	10	4274 09	4	74	1	
4046 60	1					
3800 71	2					
3797 05	4					
73 59	3					
3679 58	4					2)
68 74	2					
65 43	3					
50 21	2					
15 57	2					
3522 79	1					
02 69	2					

Zweites Spectrum.

Baly (8)		Liveing u Dewar (5)		
5871 12	1	—		3)
5771 60	1	5771	2	
53 19	1	53	2	
5690 56	3	5690	5	
82 15	5	82	5	
74 70	1	—		
72 94	1	—		
50 56	1	50	1	
49 76	1	—		
33 17	6	32	2	
5597 47	1	—		
80 64	1	—		2)
70 50	3	—		3)
68 84	2	—		
62 45	2	—		3)
53 15	1u	—		
23 75	1	5523	2	
23 13	2	—		
20 74	1	—		2)
5499 73	1	00	2	
68 31	2u	—		
46 51	2	5446	2	

Baly (8)		Runge (4)		Liveing und Dewar (5)		
5438 84	1					
18 55	1			—		
—				5408	1	
5333 55	2			—		
23 15	1			—		
17 56	1			5319	1	
08 84	1			—		
5276 69	1			5278	1	
29 67	1			29	1	
24 72	1			—		
17 59	1			18	1	
08 50	3	5208 57	1	09	5	
00 36	1	—		03	1	
5187 17	1	—		5186	1	
68 33	1	—		72	1	
66 95	1	—		66	5	
43 25	1	—		43	1	4)
25 88	2	—		26	6	
23 35	1	—		—		
5086 67	1			5087	3	
77 37	1	—		78	1	
72 71	1	—		73	2	

1) Gehort zum zweiten Spectrum
2) Gleiche Intensitat im ersten und zweiten Spectrum
3) Gehort zum ersten Spectrum
4) Kommt auch in Xenon vor

Baly (8)		Runge (4)		Liveing und Dewar (5)		
5065 74	1	—		—		
54 61	1	—		5057	3	
46 51	1	—		—		
33 95	1	—		34	1	
28 48	1	—		—		
22 57	2	—		23	4	
22 01	1	—		—		
16 58	1	—		—		
13 42	3	—		14	2	
09 49	1	—		—		
4982 95	1	—		—		
79 00	3	—		4980	1	
60 44	1	—		60	1	
48 67	1	—		—		
45 75	2	—		46	1	
33 32	1	—		—		
16 11	1	—		—		
4889 16	1	—		—		
70 23	1	—		—		
57 36	1	—		—		4)
46 76	4u	—		4847	2	
45 79	1	—		45	2	
36 75	2	—		—		
33 89	1	—		—		
32 26	4u	4832 22	2	33	5	
26 21	1	—		—		
25 37	3u	25 38	1	26	3	
11 91	4	—		12	3	
03 16	1	—		—		
4796 48	2u	—		—		
89 89	1	—		—		
88 93	1	—		—		
78 57	1u	—		—		
73 16	2	—		—		
65 90	6	—		4766	10	
62 60	5	4762 66	2	63	3	
54 63	2	—		—		
52 14	3u	—		—		
39 16	7	39 13	5	39	10	
29 88	1	—		—		
27 81	1	—		—		
10 68	1	—		—		
—		02 73	1	—		
4699 82	2	—		—		
95 82	2	—		—		
94 59	4	4694 82	2	4694	3	
93 83	1	—		—		
91 46	2	—		—		
89 95	1	—		—		
4687 46	1	—		—		
86 43	1	—		—		
80 57	4	4680 67	3	4680	5	
73 96	1	—		—		
72 22	1	—		—		
59 04	5	—		59	8	
55 94	1	—		—		
50 33	2	—		50	1	
38 53	2	—		—		
34 05	5	34 07	4	35	6	
21 58	1	—		—		
20 21	1	—		—		
19 31	6	19 30	5	20	8	
15 46	5	15 48	4	15	6	
14 67	2	—		—		
13 93	1	—		—		
10 79	3	—		10	3	
07 03	1	—		—		
04 16	2	—		—		
4598 64	2	—		4598	1	
92 94	3u	—		93	2	
83 03	4	—		83	4	
77 40	6	4577 31	4	77	8	4)
75 87	1	—		—		
73 52	2	—		—		
56 77	4	—		—		
37 45	1	—		—		
36 67	1u	—		—		
23 32	5	—		25	3	
18 82	1	—		—		
02 56	1	—		05	2	3)
4490 04	4	—		4490	2	
75 18	7	—		75	6	
63 88	1	—		—		3)
60 18	1	—		—		
57 42	2	—		—		
54 55	1	—		—		
54 12	1	—		—		3)
53 38	3	—		—		
43 87	1	—		—		
43 46	2	—		—		
36 98	4	4436 96	2	37	6	
31 85	4	—		32	6	
22 86	4	—		23	2	
17 40	2	—		—		
08 10	2	—		—		
04 47	1	—		—		
00 98	1	—		—		
4399 57	1	—		00	1	

3) Gehört zum ersten Spectrum
4) Kommt auch in Xenon vor

Baly (8)	Runge (4)	Liveing und Dewar (5)	
4389 87 1	—	—	
86 69 4	—	4387 3	
85 39 1	—	—	
81 71 3	—	—	
77 89 2	—	—	
76 33 1u	—	—	3)
76 20 1	—	—	
69 86 4	—	—	
67 27 1	—	—	
66 43 1	—	—	
62 83 1	—	—	3)
55 84 1	—	—	
55 67 10	4355 62 5	56 12	
55 14 2	—	—	
52 76 1	—	—	
51 20 2u	—	—	
44 42 1	—	—	
44 05 1	—	—	
41 50 1	—	—	
33 50 2	—	—	
23 16 4	—	23 2	
19 76 1	—	—	3)
19 30 1	—	19 3	
18 74 1	—	—	3)
17 98 5	18 22 2	18 3	
05 37 2	—	—	
01 71 3	—	—	
00 67 5	—	01 7	
4295 35 1	—	—	
94 99 2	—	—	
93 10 6	4293 10 5	4293 10	
83 17 2	—	83 3	3)
81 65 1	—	—	
80 77 1u	—	—	
74 15 2	—	74 4	3)
73 65 1	—	—	
68 97 3	—	69 3	
68 72 2	—	—	
59 60 3	—	60 1	
54 98 3	—	56 1	
52 87 2	—	—	
50 76 4	—	51 5	
44 32 1	—	—	
37 11 2	—	—	
36 81 3	—	37 4	
28 98 1	—	—	
26 75 3	—	—	
26 09 3	—	—	
25 50 1	—	—	

Baly (8)	Runge (4)	Liveing und Dewar (5)
4223 22 1	—	—
22 36 1	—	—
01 84 1	—	—
01 55 1	—	
4185 29 2u	—	4185 3
79 67 2u	—	—
72 63 2	—	—
71 97 2	—	72 1
60 37 1	—	—
59 13 1	—	—
54 62 4	—	—
45 28 6	4145 27 3	45 8
39 28 4U	—	40 2
38 12 4	—	—
34 72 3	—	—
33 81 1	—	—
31 48 4	—	—
18 28 2u	—	19 3
13 90 1	—	—
09 38 6	—	09 6
4098 89 7	—	1099 8
88 48 8	4088 53 6	89 8
82 58 4	—	
69 97 4u	—	—
67 53 5	—	—
65 22 8	65 19 3	65 7
59 02 4u	—	
57 17 8	57 16 2	58 6
54 43 1	—	—
50 62 5u	—	—
46 30 1	—	—
44 80 5	—	45 4
37 96 4	—	38 2
35 53 2	—	—
26 38 1u	—	—
24 72 2u	—	—
08 60 2u	—	—
08 21 3	—	08 2
05 70 3u	—	05 1
02 73 3	—	—
3998 10 5	—	3997 3
96 81 1	—	—
94 98 6	—	94 6
92 08 2	—	—
90 79 2u	—	—
87 93 4	—	88 2
87 22 1u	—	—
65 02 4	—	65 1
62 46 1	—	—

3) Gehort zum ersten Spectrum

Baly (8)		Runge (4)		Liveing und Dewar (5)		
3957 82	4	—		—		
54 90	5	—		3955	2	
53 71	3	—		—		
52 16	3u	—		—		
47 76	1	—		—		
45 60	2u	—		—		
42 78	2u	—		—		
42 28	1	—		—		4)
41 03	1u	—		—		
38 89	2	—		39	1	
38 62	1	—		—		
34 29	3u	—		—		
32 80	4u	—		—		
29 34	3u	—		28	3	
24 91	1u	—		—		
21 81	2u	—		—		
20 29	8	3920 59	1	21	8	
17 76	6	—		18	2	
17 03	1	—		—		
14 04	1	—		—		
13 01	1	—		—		
12 69	5	12 36	1	13	6	
06 37	8	—		07	6	
01 28	2	—		01	1	
3898 83	3	—		—		
94 83	5	—		3896	3	
84 04	1	—		—		
83 77	1	—		—		
75 95	2	—		—		
75 56	7	—		76	7	
74 15	2	—		—		
73 38	2u	—		—		
63 99	5u	—		62	1	
60 58	5	—		—		
58 90	2u	—		59	1	
57 44	3	—		58	1	
50 23	2u	—		—		
47 93	1u	—		—		
47 63	1	—		47	1	
46 99	1	—		—		
44 55	2u	—		44	2	
42 98	1u	—		—		
42 40	3	—		42	1	
39 49	1	—		39	1	
36 64	3	—		37	2	
35 47	1	—		—		
35 10	2u	—		—		
21 93	1u	—		—		
17 23	3	—		17	2	

Baly (8)		Runge (4)		Liveing und Dewar (5)		
3814 70	2u	—		—		
09 30	2	—		—		
06 46	1	—		3806	2	
06 28	1	—		—		
04 80	4	—		05	3	
3793 35	1	—		—		
92 82	4	—		—		
91 22	2u	—		—		
88 26	2U	—		—		
85 76	1u	—		—		
83 28	10	3783 40	4	3784	10	
80 70	1	—		—		
78 23	10	78 29	4	79	8	
76 66	1u	—		—		
75 68	1	—		—		
73 20	2	—		—		
71 46	4	—		72	4	
68 10	1u	—		—		4)
65 98	1u	—		—		4)
59 04	2u	—		59	2	
55 92	1u	—		—		
54 35	5	—		55	6	
51 81	1	—		—		4)
49 77	3u	—		—		
44 95	9	—		46	6	
41 83	10	41 85	3	42	6	
40 87	2	—		—		
40 37	1	—		—		
35 91	5	—		36	3	
33 09	2	—		34	4	
32 77	3	—		—		
31 82	1	—		—		
28 13	2u	—		—		
26 45	2	—		—		
21 50	7	—		22	5	
18 79	8	—		—		
18 17	10	—		19	10	
16 28	1	—		—		
15 18	3	—		15	1	
08 23	1u	—		—		
3696 84	1	—		—		
90 80	5	—		3691	1	
86 30	6	3686 26	1	87	5	
80 64	1	—		—		
80 52	7	—		81	7	
78 77	2	—		—		
74 37	1	—		—		
70 38	1	—		—		
69 16	9	—		70	7	

4) Kommt auch in Xenon vor.

Baly (8)	Runge (4)	Liveing und Dewar (5)	
3668 74 2	—	—	2)
66 15 3	—	3667 1	
63 57 4	—	64 3	
61 15 4	—	61 3	
60 20 1	—	—	
54 11 10	3654 11 3	54 10	
48 74 5		49 3	
44 36 1		—	
41 48 4		—	
37 63 4		38 4	
34 54 2u		—	
33 69 2		—	
32 62 1		—	
32 02 10		32 10	
27 20 1		—	
23 74 4		24 1	
15 97 3		—	
11 21 1		—	
08 02 9		08 6	
04 10 1		—	
02 26 1u		—	
00 05 6		00 6	
3599 35 4		—	
98 14 1		—	
96 99 1		—	
89 79 7		3590 3	
86 40 2		—	
80 11 1		—	
77 74 1		—	
72 82 3u		74 1	
67 88 2		—	
64 38 4		—	4)
63 48 1		—	
62 23 1		—	
55 69 2U		—	
53 61 4		54 2	
49 57 3		—	
48 86 2		—	
44 69 5		45 6	
44 29 5		—	
35 48 6		—	
27 53 1		—	
24 93 1		—	
21 27 1		—	
17 52 1		—	
14 68 3		—	
07 58 9		—	
03 38 6		03 2	
3498 63 1u		—	

Baly (8)	Liveing und Dewar (5)	
3497 29 3	—	
93 16 2	—	
92 94 2	—	
88 74 8	3489 2	
87 61 1	—	
78 04 1	—	
74 79 7	—	
71 52 1	—	
71 16 1	—	
70 19 7	70 1	
65 54 1u	—	
60 24 6	60 3	
48 87 4		
47 01 3		
46 66 7u		
45 43 1		
43 01 1		
39 60 6		
39 03 1		
31 85 1		
31 15 2		
28 95 1		4)
27 84 4		
23 87 3		
14 95 1		
05 28 7		
3396 72 2		4)
89 80 1		
89 06 3		
87 26 1		4)
85 35 1		
81 24 2		
79 18 1		4)
75 09 4		
60 22 2		4)
52 07 6		
49 61 3u		
48 28 2		
42 59 5		
41 70 1u		
40 61 2u		
37 99 1u		
36 84 1u		
32 61 3		
30 88 7		4)
29 86 1u		
28 34 1u		
25 84 9		
24 33 1U		

2) Gleiche Intensität im ersten und zweiten Spectrum.
4) Kommt auch in Xenon vor

Baly (8)		
3321 26	1	
20 39	1u	
19 48	1	
15 80	1	[4]
11.59	6	
08 28	4	
05 79	1u	
04 87	5	
01.97	1	
3294 02	1	
86 01	4	
85 36	1	
82 21	1	
71 77	4	
68 61	7	
64 94	8	
61 70	1u	
48.16	1U	
47 14	1u	
46 74	2	
45 82	10	
40 55	6	
39 64	6	
37 94	1	
35 29	1	
24 99	3	
23.66	1u	
22 40	1	[4]
20 76	4	
16 39	1	
11 04	1	
08 39	3	
07 91	4	
05 40	1u	
02 67	1u	
00.53	3	
3191 33	6	
89 23	7	
77 09	1U	
75 78	2u	[4]
71 06	3	
51 88	3	
51 06	5	
44 90	1	
44 47	2	
42 01	5	
41 48	6	
39 71	3	
38 49	1?	X?
36 33	2	
35 24	1	

Baly (8)		
3124 52	6	
22 61	3	
20 73	4	
12 36	5	
05 48	1	
01 85	1	
3097 27	4	
96 59	3u	
95 24	1u	
63 26	5	
62 55	1	
60 99	2u	
56 86	4	
56 14	2	
49 83	2	
47 07	5	
44 92	1	[4]
24 57	4	
22 43	3	
17 78	2u	
13 36	2	
08 57	2	
02 39	1	
2999 99	3u	
96 77	2	
92 36	3	
86 02	1	
83 22	1	
79 95	3	
79 01	3	
76 44	1	
76 06	1	
74 18	3	
71 90	1	
68 44	2	
67 37	5	
63 26	1	
61 19	2	
60 92	2	[4]
60 27	3u	
58 48	2u	
56 44	1	
54 40	2	
52 69	4	
52 23	1	
50 33	3	
49 67	2	
48 27	1	
40 05	1	
38 70	1	
35 36	2	

Baly (8)		
2934 13	1	
31 03	1	
30 72	1	
27 69	1	
17 81	1	
15 88	1	
15 40	1	
13 35	1	
09 30	2	
08 74	1	
00 19	3	
2893 81	4	
92 30	5	
73 84	1	
72 99	1	
70 73	4	
51 29	3	
47 51	4	
44 59	3	[4]
41 10	1	[4]
39 92	3	
36 08	1	
35 49	2u	
33 11	6	
30 55	1u	
29 60	1	
22 75	1	
17 00	4	
16 58	6	
14 62	2?	X?
14 09	1	
11 81	2	[4]
06 21	1	
03 71	1	
03 32	4	
01 25	1U	
2795 92	5	
90 31	1	
79 63	1	
79 23	3	
78 34	1	
74 70	1	
72 73	2	
61 87	1	
59 16	1u	
56 66	1	[4]
52 33	1	
51 71	1u	
50 49	1	
48 18	1	
42 67	4	

Baly (8)		
2742 13	1	
33 38	4	[4]
32 46	1	
30 55	1	
30 02	1	
29 58	4	
20 03	1u	
16 27	3	
15 31	1	
14 61	1	
12 50	8	
11 22	1	
10 37	1	
01 45	3	
00 73	1	
2698 20	1	
97 41	4	[4]
96 71	4	
95 81	4	
94 93	3	
92 65	1	[4]
91 94	1	
91 31	1	[4]
90 35	1	
88 44	1	
83 66	3	
81 29	4	
80 80	1	
80 44	3	
79 73	2	
77 30	2?	X?
76 10	1	
75 41	1	
70 78	2	[4]
64 10	2u	
61 34	1	
61 09	2u	
56 49	2u	
54 07	1	
49 84	1u	
49 38	3	
48 80	1	[4]
48 55	1	
48 26	4	
43 18	3	
42 19	1	
40 84	1	
39 86	4	
34 52	1	
30 76	2	
29 00	3	

4) Kommt auch in Xenon vor

Baly (8)		
2628 19	1	
27 86	2	
27 34	1	
24 90	1u	
24 63	1	4)
20 54	4	
16 80	2	4)
11 08	3	
04 72	1	
04 59	1	
02 23	2	
2597 80	2	
96 83	1u	
95 44	1u	
94 49	1	
92 57	5	
91 33	1	
90 83	1	
89 19	4	
84 21	1	
81 84	1u	4)
74 87	1	
72 44	1	4)
72 14	2	

Baly (8)		
2571 30	1	
70 54	1	
65 72	1	
63 32	2	
62 05	1	
59 20	2	
58 08	1	
56 44	2	
56 01	2	
55 23	2	
54 35	2	
53 26	1	
48 68	1	
44 79	1	
38 43	2u	
37 67	1	
35 97	1	
28 51	1	
27 26	2u	
25 56	1u	
25 07	2	
19 38	1	
18 02	1	
15 50	1	

Baly (8)		
2513 90	1	4)
13 03	1	
11 83	1	
06 97	1	
06 66	2u	
03 97	3u	
00 72	1	
2498 84	1	
97 81	1	
97 51	1u	
94 10	2	4)
89 51	3	
87 75	2	
87 58	2	
86 40	2	
85 68	2	
83 71	2	
83 32	2	
83 09	1	
78 97	4	
74 99	2	
74 79	2	
74 06	1	
73 39	1	

Baly (8)		
2472 24	1	
70 50	2	
68 56	2	4)
67 00	2	
65 91	2	
64 87	8	
59 74	1	
57 79	2	
56 16	6	
55 42	1	
54 19	1	
53 37	2	
52 38	3	
46 56	2	
42 68	1	
40 96	1	
39 64	1	
39 32	2	
28 44	3	
26 46	3	
25 15	1	4)
20 30	2	
18 13	1	

4) Kommt auch in Xenon vor

LANTHAN (La = 139 0)

Literatur

[1] G Kirchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und die Spectra der chemischen Elemente Abhandl Berlin Akad 1861 p 63—95, 1863 p 227–240 Funke

[2] R Thalen, Om spectralanalys Upsala univers årsskr 1866 Funke, Zeichnung

[3] R Thalen, Memoire sur la determination des longueurs d'onde des raies métalliques. Nova acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868) Funke

[4] R Thalen, Om spectra, tillhorande yttrium, erbium, didym och lanthan Kgl Svensk Vet Akad Handl **12** Nr 4 (1874), J de phys **4** p 33—38 (1875) Funke

[5] R Bunsen, Spectralanalytische Untersuchungen Pogg Ann **155** p 230—252, 366—384 (1875)

[6] J N Lockyer, Researches in spectrum analysis in connexion with the spectrum of the sun Proc Roy Soc **27** p 279—284 (1878), C R **86** p 317—321 (1878) 3 Linien in Sonne

[7] P T Cleve, Quelques remarques sur le didyme C R **95** p 33 (1882) Bemerkung uber Linie 4330 von Thalén

[8] R Brauner, Beitrag zur Chemie der Ceritmetalle Monatsber f Chem **3** p 1—60 (1882) Funkenspectrum, Zeichnung

[9] A Bettendorff, Studien über die Erden der Cerium- und Yttriumgruppe Ann d Chem **256** p 159—170 (1890) Funkenspectrum

[10] E Demarçay, Spectres electriques Paris 1895 Funke nach Lösung

[11] W J Humphreys, Changes in wave frequencies of the lines of emission spectra . . Astrophys J **6** p 169–232 (1897) Druckverschiebung

[12] O Lohse, Untersuchung des violetten Theils einiger linienreichen Metallspectra Berlin Ber 1897 p 179–199, Astrophys J **6** p 95—118 (1897)

[13] H A Rowland and C N Harrison, Arc-spectra of zirconium and lanthanum Astrophys J **7** p 373–389 (1898) Bogenspectrum

[14] F Exner und E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Metalle Wien. Ber **108** IIa p 1071—1121 (1899)

[15] W N Hartley and H Ramage, Banded flame-spectra of metals Trans Roy Dublin Soc (2) **7** p 339—352 (1901) In Knallgasflamme, Banden

[16] O Lohse, Funkenspectra einiger Metalle Publ Astrophys Observ Potsdam **12** p. 109—208 (1902)

[17] F Exner und E Haschek, Tabelle der Funkenspectra Wien 1902

[18] H Ebert, Die anomale Dispersion und die Sonnenphänomene Astron Nachr **162** p 193—196 (1903) Anomale Dispersion

[19] R J Meyer, Die Reindarstellung der Ceriterden mit Hilfe ihrer Alkalidoppelcarbonate Zs f anorgan Chem **41** p 97–125 (1904) Kleine Photographie des Bogenspectrums

[20] F Exner und E Haschek, Tabelle der Bogenspectra Wien 1904

[21] J Kellner, Das Lanthanspectrum Dissert Bonn 1904 Bonn bei Georgi Bogen

[22] E Wolff, Das Lanthanspectrum Dissert Bonn 1905, Zs f wiss Photogr **3** p. 395—409 (1905) Bogen

[23] A. Hagenbach und H. Konen, Atlas der Emissionsspectra. Jena 1905. Bogen, Funke.

[24] Sir N. Lockyer, Tables of wave-lengths of enhanced lines. Solar Physics Committee 1906. Verstärkte Linien.

[25] W. J. Humphreys, Arc spectra under heavy pressure. Astrophys. J. **26** p. 18—35 (1907). Druckverschiebung.

[26] J. H. Pollock and A. G. G. Leonard, On the separation and quantitative spectra of cerium, lanthanum and yttrium. Proc. Roy. Dublin Soc. (2) **11** p. 257—269 (1908). Hauptlinien.

[27] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im rothen Bezirke der Funkenspectren. Wien. Ber. **118** IIa p. 511—524 (1909).

Das Spectrum von La ist zuerst von Kirchhoff [1] gemessen worden, wenn auch in sehr unvollkommener Weise, er hatte La-Salz, welches Di, und Di-Salz, welches La enthielt. Durch Vergleichung beider Spectra konnte er für einzelne Linien auf Zugehörigkeit zu La oder Di schliessen, für andere nicht.

Dann hat Thalén [2] eine Zeichnung des Funkenspectrums hergestellt, später [3] eine Messung gegeben. Nachdem er reineres Material von Cleve erhalten hat, liefert er eine neue Messung [4], die bis in die neuere Zeit die einzige vorhandene war. Cleve [7] bemerkt zu dieser Messung, dass eine darin vorkommende Linie, 4330, nicht La sei, dass dafür 4333.5 vorkomme.

Bunsen [5] giebt eine kleine Zeichnung des Funkenspectrums, in der Bunsenflamme geben Lanthansalze nichts.

Lockyer [6] misst einige Linien, constatirt die Anwesenheit von dreien in der Sonne. Bettendorff [9] stellt La möglichst rein dar, und misst das Funkenspectrum, indem er nach der Methode von Bunsen Kohlespitzen mit der Salzlösung tränkt. Er findet verschiedene Abweichungen gegen Thalén, dagegen die Linie 4330.

Brauner [8] liefert wieder nur eine werthlose Zeichnung, Demarçay [10] sagt, dass der Funke nach Lösung ein prachtvolles Banden- oder Linienspectrum zeige, je nachdem er lang oder kurz sei.

Messungen von Lohse [12, 16] mit Prisma und Gitter an käuflichem Material haben geringen Werth. Dagegen ist eine Messung von Rowland und Harrison [13] die erste genaue Messung, giebt aber nur die stärksten Linien. Schon früher hatte Rowland in den Tabellen des Sonnenspectrums auch einige Lanthanlinien angeführt.

Exner und Haschek verwenden Material von Haitinger. Für das Funkenspectrum wird das Ammonnitrat auf Gaskohle aufgetragen [14, 17], für das Bogenspectrum [20] das Nitrat benutzt. Die Messungen gehen von etwa 470 $\mu\mu$ zu kleineren Wellenlängen.

Dann untersucht Kellner [21] das Bogenspectrum mit Salzen von Bettendorff und Muthmann zwischen den Grenzen 560 und 253, dabei werden auch Banden im Blau aufgefunden. Wolff [22] verwendet Material von V. Meyer und von Drossbach, misst das Bogenspectrum zwischen 576 und 247, und ebenfalls einige Banden. — Aus neuester Zeit ist endlich die Messung einer Anzahl langwelliger Linien durch Eder und Valenta [27] zwischen 677 und 586 zu nennen.

Auf das Linienspectrum beziehen sich ferner die Arbeiten von Humphreys [11, 25], welcher die Druckverschiebung im Bogen misst, nach der ersten Angabe beträgt die Verschiebung für 8 Atmosphären im Mittel 0.019 Å, nach der zweiten sind aber für verschiedene Linien enorme Unterschiede vorhanden. für 42 Atm. liegen die Werthe zwischen 0.030 und 0.170 Å.

Ebert [18] findet, dass La-Linien anomale Dispersion erzeugen. Lockyer [24] sucht die enhanced lines heraus, Pollock und Leonard [26] nennen als Linien, welche bei Funken nach immer mehr verdünnten Lösungen zuletzt sichtbar bleiben: 3949.3, 3171.8, 2379.5.

Meyer [19] veröffentlicht eine kleine Photographie des Bogenspectrums. Hagenbach und Konen [23] geben Photographieen des Funken- und Bogenspectrums, letzteres zeigt sehr schön die Banden, und zwar mehr Gruppen, als von Wolff und Kellner gemessen waren.

Endlich ist noch eine Arbeit von Hartley und Ramage [15] zu erwähnen; sie bringen Lanthanerde in die Knallgasflamme und erhalten die Banden, die schon oben erwähnt sind, aber hier zum ersten Mal gefunden werden. Linien scheinen nicht aufzutreten. Es wird eine Photographie des Spectrums mit kleiner Dispersion veröffentlicht.

Nach dem Gesagten ist das Bogenspectrum nur zwischen den Grenzen 596 und 247 (Rowland und Wolff) bekannt, für einen grossen Theil aber sind vier moderne Messungen vorhanden. Für das Funkenspectrum ist von 677 bis 645 nur Eder und Valenta vorhanden, dann bis 586 daneben noch Thalén, von da bis 469 nur Thalén, endlich von 469 an Exner und Haschek.

In der folgenden Tabelle lasse ich die Messung von Kellner fort, da sie nur die stärkeren Linien enthält, auch weniger genau zu sein scheint als die von Wolff. Rowland und Harrison scheinen mehrfach Verunreinigungen (Ca, Fe u. s. w.) mitgemessen zu haben. Auch Bertram (Zs. f. wiss. Photogr. 4. p. 16—43, 1906) hat eine Anzahl Linien gemessen.

1. Linienspectrum.

Eder u. Valenta (27) Funke	Eder u. Valenta (27) Funke	Thalén (4) Funke	Eder u. Valenta (27) Funke	Thalén (4) Funke	Eder u. Valenta (27) Funke	Thalén (4) Funke
6774.54 3	6456.20 3	6456.0 4	6311.13 3	6310.0 2	—	6132.0 2
14.36 2	54.75 1	—	6296.31 5	6294.0 4	6129.80 3	28.0 2
09.81 2	46.94 3	—	93.84 2	—	26.32 3	24.0 4
6671.67 2	11.24 3	10.0 4	74.06 1	—	—	11.0 1
61.56 1	6399.25 5	—	66.33 1	64.0 2	—	07.0 4?
43.05 2	94.43 6	6392.5 8	62.52 6	61.5 4	00.68 2	6099.0 2
6578.75 3	90.80 7	89.0 2	50.18 5	49.0 8	—	06.0 4
43.44 1	58.44 2	—	03.73 1	—	5973.65 4	5973.0 6
27.16 4	26.17 1	25.0 2	6188.29 3	6187.0 2	36.37 2	—
6498.37 3	20.62 5	18.0 2	72.93 2	—		
97.13 1	16.08 1	—	46.76 1	—		

Rowland und Harrison (13) Bogen		Wolff (22) Bogen		Eder und Valenta (27) Funke		Thalen (4) Funke	
5930 330	1			5930 78	3	5929 0	8
—				27 96	2	—	
—				02 10	1	—	
—				5880 77	2	—	
5874 941	1u			—		—	
74 200	1u			—		73 0	1
—				—		5867 0	1
63 902	2			63 89	3	62 5	4
55 792	1					55 0	2
—						51 0	1
48 584	1u					47 5	2
45 243	1u					—	
29 929	1u					28 0	1
24 037	1					—	
22 185	1					21 5	1
—						20 0	4
08 524	2					07 0	1
05 984	2					01 5	6
5795 785	4					5794 0	6
91 539	4					90 5	6
89 438	6					87 0	6
69 545	5					69 0	8
69 285	5						
62 044	4	5762 040	8			61 0	1
44 625	4	44 619	8			43 0	1
—		43 136	2R			—	
40 871	4	40 862	8			40 0	1
35 159	2u	35 152	5			34 0	2
—		27 481	4			—	
20 223	2u	20 222	5			—	
—		—				18 5	2
—		14 736	2u			—	
—		14 230	4			—	
—		12 612	6				
—		11 014	2u			—	
03 530	1	03 470	3R			02,5	1
—		5699 584	3u				
—		96 400	7			—	
—		90 615	1u			—	
—		83 897	1u			—	
—		82 446	1u			—	
5671 765	2	71 753	5			5673 0	6
—		70 190	1u			—	
—		67 801	1u			—	
—		64 786	1u			—	
—		61 587	1u			—	
57 940	1	57 927	8			56 5	4
—		56 786	2			—	
—		55 059	2R				
—		48 444	10			46 5	2
—		39 491	6			—	

Rowland und Harrison (13) Bogen		Wolff (22) Bogen		Thalen (4) Funke		
—		5632 213	6	5631 0	6d	
—		31 423	8	—		
—		13 074	1u	—		
—		10 765	1u	—		
—		—		02 0	1	
—		—		5599 0	1	
—		5591 705	1	—		
5588 558	3	88 544	8	5587 0	6	[1])
—		82 168	1 u	—		
—		78 218	1 u	—		
—		70 586	2	—		
68 674	5	68 674	6	67 5	4	[1])
—		67 140	3	—		
65 931	3	65 935	5	64 5	4	[1])
65 660	5	65 632	5	—		
—		62 760	1u	—		
45 132	2	45 136	4	49 5	4	
—		41 472	7	—		
35 889	3	35 889	6	34 0	3	[1])
—		32 261	3	—		
—		30 095	4	—		
—		26 730	2u	—		
—		24 615	1u	—		
17 562	2	17 563	6	16 0	2	[1])
15 502	1	15 493	5	13 5	1	
—		07 550	1u	—		
—		06 211	6	05 0	2	[1])
04 021	4	04 013	8	—		[1])
02 878	2	02 861	3	02 0	2	
02 465	2	02 449*	3	—		
01 559	8	01 545	10	00 5	8	[1])
—		5498 907	2u	—		
5493 656	2	93 654	5	5493 0	1	[1])
91 277	1	91 252	4	91 0	1	
—		87 014	1u	—		
82 474	2	82 465	6	82 0	1	[1])
80 940	1u	80 916	2	79 5	1	
75 450	1u	75 357	8	75 0	1	
—		67 113	4	—		
64 574	2	64 568	5	63 5	1	[1])
58 887	1	58 876	3	58 0	1	
55 351	8	55 340	8 u	54 5	8	[1])
—		37 748	3	—		
—		22 312	2	—		
—		15 873	3	—		
—		5390 832	1u	—		
5382 106	2	82 104	4	5381 0	8	[1])
81 966	1u	—		—		

Rowland und Harrison (13) Bogen		Wolff (22) Bogen		Thalen (4) Funke		
5381 168	2	5381 187	5	5380 3	8	[1])
—		80 214	1	—		
77 265	2	77 290	5	75 5	8	[1])
—		66 077	2	—		
—		59 911	1	—		
58 044	1 u	58 060	4	—		
40 836	1	40 879	4	39 5	8	[1])
—		23 745	2	—		
—		20 335	1	—		
—		07 715	2	—		
—		04 187	3	—		
03 708	3	03 727	6	02 5	8	[1])
02 793	2	02 813	5	01 8	8	[1])
02 135	3	02 159	8	01 0	8	[1])
5290 988	3	5291 010	4	—		[1])
—		87 596	1 u	—		
—		79 303	2	79 5	2	
—		76 586	3	76 0	2	
71 337	2	71 359	6	5270 5	4	[1])
59 539	2	59 549	4	59 0	2	[1])
—		58 019	1	—		
—		53 621	5	52 5	4	
-		40 981	3	—		
—		39 716	2	—		
—		38 277	1 u	—		
34 435	2	34 445	8	34 0	4	[1])
—		26 362	2	25 0	1	
12 014	1 u	12 037	8	11 0	4	[1])
04 293	1	04 321	5	03 5	4	
5188 371	11	5188 374	5	5187 5	8	[1])
—		84 063	4	—		
83 564	0 d	83 584	10 u	82 5	10	[1])
—		79 275	2	—		
77 453	3	77 471	8	75 5	6	[1])
—		74 015	3	—		
—		73 065	2	—		
—		67 952	3	66 5	1 u	
—		64 197	1 u	—		
63 768	1	63 787	5	62 5	1	[1])
58 846	1	58 863	5	58 5	1	[1])
57 582	1	57 612	5	57 0	4	
56 888	1	56 910	5	56 0	1	[1])
45 582	1	45 594	6	44 0	2	[1])
—		35 621	1 u	—		
23 149	4	23 160	7	22 0	6	[1])
—		21 040	2	—		
14 723	4	14 732	8	13 5	6	[1])
—		09 290	1 u	—		

1) Diese Linien sind auch von Kellner [21] beobachtet, außerdem giebt er 4995 623 (3), 4 993 717 (3)

Rowland und Harrison (13) Bogen	Wolff (21) Bogen	Thalen (4) Funke	
5106 395 1	5106 414 7	—	1)
—	5103 310 1 u	—	
—	5096 799 1 u	5096 5 4	
—	90 733 1	—	
—	80 384 1 u	—	
—	79 546 1 u	—	
—	79 119 1 u	—	
—	72 295 1 u	—	
—	68 040 2	66 5 1 u	
5063 097 1 u	63 070 2	61 5 1 u	
56 628 1	56 628 4	55 5 2	
50 734 1	50 737 4	49 8 2	
—	48 182 1 u	—	
47 051 1 u	47 043 4	—	
—	19 685 2 u	—	
02 305 1 u	02 282 2	—	
01 979 11 u	01 960 2	—	
4999 642 0	4999 641 8	4998 5 6	1)
—	96 974 2	—	
—	94 821 1 u	—	
—	94 024 3	—	
91 452 3	91 436 5	90 5 2	1)
87 059 6	86 989 6	85 5 2	1)
—	85 089 1 u	—	
—	78 096 2	—	
70 566 5	70 552 5	69 0 4	1)
—	68 757 1 u	—	
—	64 982 1	—	
—	56 230 1 u	—	
52 238 1	52 213 4	51 5 2	
49 947 3	49 940 6	49 0 4	1)
—	46 602 5	45 0 1	
—	46 004 1	—	
—	35 773 2	—	
35 003 3	34 999 5	34 0 4	1)
—	25 553 1	—	
21 979 6	21 952 7	20 8 10	1)
21 149 6	21 128 7	20 0 10	1)
—	16 780 1 u	—	
—	05 294 2	—	
—	02 037 3	—	
00 096 6	00 085 8	4899 0 10	1)
—	4894 414 1 u	—	
—	87 780 2 u	—	
—	86 990 1 u	—	
—	79 020 3?	4878 0 1	
—	70 734 2	—	
—	69 077 1 u	—	

Rowland und Harrison (13) Bogen	Wolff (22) Bogen	Thalen (4) Funke	
4861 081 4	4861 062 7	4860 0 8	1)
—	55 110 3	—	
4851 000 1 u	50 978 5	49 0 6	
50 772 1 u	50 742 5	—	
—	43 452 1 u	42 0 2	
40 203 3	40 183 5	—	
39 697 2	39 689 5	38 5 2	
—	30 682 2	—	
—	27 031 3	—	
24 239 5	24 220 8	23 5 10	1)
—	17 333 2R	—	
09 690 5	—	—	
09 183 5	09 182 7	08 0 8	1)
04 219 4	04 218 7	03 0 8	1)
—	00 426 3	—	
—	00 178 3	4799 5 1	
4796 862 1 u	4796 864 4	96 0 1	
—	94 749 2 u	—	
—	92 644 1 u	—	
—	91 570 1	—	
—	80 734 1 u	—	
—	80 082 3	—	
—	75 339 2	—	
—	70 629 5	—	
67 073 2	67 085 7	—	1)
—	59 890 1 u?	59 5 1	
—	58 586 1 u	—	
—	57 744 1 u?	57 0 1	
—	57 342 1 u	—	
—	57 147 1 u	—	
—	53 305 1 u	—	
—	53 000 1 u	—	
—	52 561 2	—	
—	50 593 5	—	
48 911 4	48 897 8	47 5 8	1)
43 273 7	43 255 10	41 5 8	1)
—	42 289 1 u	—	
—	40 433 8	38 5 8	
—	39 961 3	—	
—	37 494 1 u?	—	
—	33 978 3	—	
—	29 273 1 u	—	
28 594 5	28 555 10	27 5 6	1)
—	24 565 5	—	1)
—	23 862 3	—	
—	20 827 1 u	—	
—	20 081 8	19 0 6	
—	19 212 1 u	—	

1) Diese Linien sind auch von Kellner [21] beobachtet, außerdem giebt er 4995 623 (3), 4993 717 (3)

Rowland u Harrison (13) Bogen		Wolff (22) Bogen		Exner u Haschek (20) Bogen		Thalen (4) Funke		Exner u Haschek (17) Funke		
—		4717 743	5			4716 0	2			
4716 704	1 u	—				—				
16 623	3	16 594	8			15 0	4			1)
—		15 631	1 u			—				
—		14 307	3			—				
—		13 081	8			—				
—		08 350	6			—				
03 459	1	03 446	3			02 0	8			1)
—		02 809	1 u			—				
4699 811	1 u	4699 796	2 u			4699 0	2			1)
92 680	6	92 681	5			91 5	8	4692 67	3	1)
91 364	4	91 344	4			90 0	2	—		1)
88 824	1 u	—				87 0	2	—		
71 994	4	72 005	4	4672 00	2	70 5	8	72 00	3	1)
69 080	5	69 097	5	69 09	2	68 0	8	69 10	3	1)
63 943	5	63 972	5	63 95	2	62 5	8	63 97	4	1)
62 678	5	62 718	6	62 69	4	61 0	8	62 73	3	1)
—		60 907	2	—		—		—		
55 667	8	55 711	7	55 67	3	54 5	10	55 71	6	1)
—		52 290	2	52 30	1	—		—		1)
—		50 528	2	—		—		—		
—		48 844	3	48 78	1	—		—		1)
—		47 673	2	—		—		47 64	1	
—		46 542	1	46 40	1 u	—		—		
—		45 488	5	45 44	1	—		45 46	1	1)
—		36 603	1 u	—		—		36 60	1	
20 054	3	20 059	7	20 02	3	19 0	8	20 06	5	1)
—		15 240	2 u	—		—		—		
13 557	5	13 576	7	13 53	4	12 5	8	13 57	4	1)
05 951	4	05 962	6	05 95	2	05 0	6	05 99	2	1)
—		05 268	1 u	—		—		—		
—		04 410	1 u?	—		—		—		
—		02 213	3	02 20	1	—		—		
—		4596 353	2	—		—		—		
—		81 383	2 u	—		—		—		
4580 245	5	80 249	7	4580 25	3	4579 5	8	4580 28	3	1)
75 059	8	75 073	8	75 03	5	73 5	8	75 08	4	1)
—		71 144	2 u	—		—		—		
70 215	5	70 210	7	70 20	4	69.5	6	70 28	1	1) 2)
68 094	5	68 095	7	68 07	3	67 5	6	68 15	1	1)
—		65 023	2	65 03	1	—		—		
—		59 467	6	59 46	2	—		59 51	2	1)
58 660	7	58 650	8	58 62	4	57 5	10	58 66	4	1)
—		52 677	2 u	52 65	1	—		—		
50 956	2	50 948	2	50 95	1	—		—		
50 337	1	50 333	1 u	—		—		-		
49 697	7	49 682	6	49 67	2	48 5	2	—		1)
—		41 953	3	41 95	1	41 5	1	—		

1) Diese Linien sind auch von Kellner [21] gemessen
2) Von Humphreys [11, 25] auf Druckverschiebung untersucht

Rowland u Harrison (13) Bogen	Wolff (22) Bogen	Exner u Haschek (20) Bogen	Thalén (4) Funke	Exner u Haschek (17) Funke	
—	4530 755 1 u	—	—	—	
4526 293 8	26 287 8	26 27 4	25 5 8	4526 30 5	1)
25 466 7	25 480 6	25 45 2	24 0 6	25 45 4	1)
22 544 10	22 550 8	22 55 6	22 0 10	22 61 8	1)
—	01 761 3	01 73 1	—	—	1)
—	00 411 6	00 36 2	4499 5 2	00 4 1	1)
4499 223 2	4499 240 3	4499 20 1	—	4499 0 1	1)
—	94 869 4	94 85 1	—	—	1)
—	93 986 2	—	—	—	
—	93 308 4	93 26 1	—	—	
—	91 951 3	91 90 1	—	—	
—	86 244 4	86 19 1	—	—	1)
—	79 990 3	79 96 1	—	—	
—	74 716 3	—	—	—	
—	74 232 1 u	—	—	—	
—	69 144 5	69 15 1	—	—	1)
55 965 5	55 985 6	55 97 2	55 5 4	55 99 2	1)
—	55 402 3 u	—	—	—	
—	54 018 2 u	—	—	—	
52 327 5	52 338 8	52 34 2	52 0 2	—	1)
—	45 289 2	—	—	—	
—	44 369 3	44 37 1	—	—	1)
—	44 119 1 u	—	—	—	
—	42 839 4	42 80 1	—	—	1)
—	40.902 1 u	—	—	—	
—	37 086 2	—	—	—	
—	36 013 4	35 98 1	—	36 02 1	1)
35 392 1	—	—	—	—	Fe?
35 139 1	—	—	—	—	Ca?
—	33 121 4	—	—	33 15 1	
32 296 1 u	—	—	—	—	
30 075 10	30 064 10	30 09 20	30 0 10	30 11 8	1) 2)

Rowland u Harrison (13) Bogen	Wolff (22) Bogen	Exner u Haschek (20) Bogen	Thalén (4) Funke	Exner u Haschek (17) Funke	
4335 134 7	4335 135 5	4335 13 3	—	4335 15 5	1)
33 934 15	33 933 10	33 98 20	4330 0 10	33 97 15	1)
—	22 673 7	22 69 6	22 0 6	22 69 5	1)
18 825 1	—	—	—	—	Ca?
16 076 8	16 068 2	16 05 2	—	16 04 1	1)
—	11 902 3	11 90 1	—	—	1)
—	06 160 4	06 16 1	—	—	1)
02 699 1	02 689 1 u	—	—	—	1)
00 782 2	00 606 5	00 59 3	—	00 59 3	1)
4296 210 10	4296 213 8	4296 23 8	4295 0 10	96 21 8r	1)
87 128 10	87 137 7	87 10 6	86 0 10	87 09 20	1)
83 180 1	—	—	—	—	Ca?
82 560 2	—	—	—	—	Fe?
80 418 3	80 429 6	80 43 6	80 0 4	80 44 1	1) 2)
75 797 4	75 802 5	75 81 3	74 5 4	75 80 4	1)
—	69 662 7	69 64 6	68 0 10	69 65 10	1) 2)
63 742 7	63 750 6	63 75 4	63 0 8	63 73 8	1)
—	62 510 3	62 51 2	—	—	1)
—	57 086 4	57 06 1	—	—	1)
54 504 1	—	—	—	—	Cl?
50 144 5	50 170 6	50 14 2	48 5 4	50 17 6	1)
38 543 10	38 558 9 u	38 55 20	38 0 10	38 57 10	1) 2)
—	—	—	35 0 6	—	
31 107 4	31 122 4	31 11 2	—	31 10 6	1)
26 898 6	—	—	—	—	Ca
17 733 6	17 716 6	17 70 4	16 5 8	17 70 10	1)
15 683 2	—	—	—	—	Sr?
04 218 5	04 195 5	04 18 4	02 5 2	04 23 4r	1)
—	4196 710 8	4196 70 10	4196 0 10	4196 74 10	1)
4194 654 1	—	—	—	94 57 2r	
94 369 1	—	—	—	—	
92 501 8	92 507 6	92 49 4	91 5 6	92 50 8	1)

27 741 8	27 750 7	27 73 2	27 0 6	27 73 5	1)
25 598 1u	—	—	—	—	Ca?
24 082 4	24 080 6	24 06 2	—	24 08 1	1)
23 354 1u	—	—	—	23 37 1	
19 329 3	19 328 4	19 27 1	—	19 30 2	1)
—	17 276 1u	—	—	—	
—	13 612 1u	—	—	—	
11 379 2	11 382 2	—	—	11 45 1	
—	03 195 3	—	—	—	
—	02 825 5	02 82 1	—	—	1)
—	4397 207 1u	—	—	—	
—	96 958 1u	—	—	—	
—	96 477 2u	—	—	—	1)
—	93 778 3	—	—	—	1)
—	90 060 5	4390 05 1	—	—	1)
4385 364 4	85 380 5	85 34 2	4384 5 6	4385 37 3	1)
83 624 7	—	83 62 3	82 5 8	83 62 5	
—	80 721 4	80 70 1	—	—	1)
—	79 421 1u	—	—	—	
4378 274 8	78 280 6	78 23 2	77 0 4	78 24 3	1)
—	68 071 1u	—	—	—	
—	64 845 8	64 80 3	63 0 4	64 85 3	1)
63 221 3	63 236 4	—	—	63 25 1	1)
—	61 024 1	—	—	—	
—	60 649 2u	—	—	—	
—	58 085 2	—	—	—	
—	54 972 6	54 96 2	—	—	1)
54 565 8	54 570 8	54 56 4	54 0 8	54 54 7	1)
—	53 987 1	—	—	—	
—	40 898 3	40 90 2	—	—	1)
—	40 105 1	40 09 1	—	—	
—	39 600 1u	39 60 1	—	—	
—	—	—	—	38 25 1	
—	—	—	—	37 95 1	

—	87 472 6	87 47 5	84 0 2	87 49 1	1)
—	77 634 4	77 65 2	—	—	1)
—	72 467 4	72 48 1	—	—	1)
—	71 878 2u	—	—	71 88 1	
—	71 257 3	71 27 1		—	
—	63 461 4	63 50 1	—	63 50 1	
—	—	61 44 2	—	—	
—	60 408 4	—	—	60 43 1	1)
—	57 653 1	57 68 1	—	—	1)
4154 120 2	—	—	—	—	
—	52 915 5	52 94 3	—	52 97 5	1)
52 119 8	52 108 8	52 14 6	51 5 10	52 17 10	1)
44 092 2	—	44 10 1		—	
41 872 10	41 871 10	41 92 5	42 0 6	41 90 10	1)
—	37 182 4	37 25 2	—	—	1)
—	—	—	—	33 5 1u	
—	—	—	—	32 7 1u	
—	—	—	—	27 5 1?	
23 394 3	23 379 9	23 38 10	21 0 10	23 39 30r	1)
—	17 836 3	17 85 1	—	—	1)
—	—	—	—	13 55 1u	
—	09 965 3	09 95 1	—	—	1)
—	09 641 1	09 65 1	—	—	1)
05 026 10	05 029 4	05 04 3	—	05 07 1	1)
4099 678 8	4099 695 6	4099 70 3	4098 5 5	4099 71 10	1)
95 278 3	—	—	—	—	
90 920 6	—	—	—	—	Zi?
90 [illegible]47 1	—	—	—	—	
90 167 1	—	—	—	—	
89 752 1	89 767 4	89 75 3	—	89 76 1	1)
86 848 10	86 866 10	86 86 10	86 0 10	86 90 20	1) 2)
—	79 327 4	79 32 2	76 5 10	79 37 1	1)
78 890 1	—	—	—	—	
77 856 1	—	—	—	—	

1) Diese Linien sind auch von Kellner [21] gemessen, außerdem giebt er 4490 229 (2)

2) Von Humphreys [11, 25] auf Druckverschiebung untersucht

Rowland u Harrison (13) Bogen	Wolff (22) Bogen	Exner u Haschek (20) Bogen	Thalén (4) Funke	Exner u Haschek (17) Funke	
4077 503 10	4077 487 10	4077 50 10	—	4077 51 15	1) 2)
76 845 2	76 853 4	76 87 1	—	76 89 2	
67 519 5	67 547 8	67 56 4	—	67 52 8	1)
65 715 3	65 734 3	65 75 2	—	65 75 1	1)
64 922 3	64 939 6	64 95 3	—	64 94 1	1)
63 735 1	—	—	—	—	Fe
62 888 1u	—	—	—	—	
60 459 4	60 476 6	60 50 3	—	60 52 1	1)
59 663 1u	—	—	—	—	
—	—	—	—	58 30 1	
50 217 6	50 241 6	50 24 3	4048 0 4	50 25 10	1)
45 962 10	—	—	—	—	Fe
43 070 8	43 066 9	43 04 5	42 0 8	43 18 20r	1) 2)
—	37 371 5	37 26 3	—	37 35 1	1) 2)
36 974 1u	36 747 2	—	—	36 74 2	1)
35 878 1u	—	—	—	35 90 1	
35 328 1u	—	—	—	—	
31 847 7	31 848 9	31 85 5	31 0 6	31 86 20	1) 2)
26 013 7	26 038 5	26 01 2	—	26 03 4	1)
25 786 3	—	—	—	—	Th?
23 999 4	—	—	—	—	
23 717 3	23 734 3	23 74 1	—	23 72 4	1)
15 531 2	15 557 6	15 52 3	—	15 56 1	1)
13 535 1	—	—	—	—	
13 399 1	—	—	—	—	
—	—	—	—	07 82 1	
—	—	—	—	03 89 1	
3995 903 5	3995 911 10	3995 90 10	—	3995 91 5r	1) 2)
—	—	—	—	94 67 2	
88 669 5	88 668 10	88 69 15	3987 0 4	88 66 30	1) 2)
—	—	—	—	81 55 1	
—	—	—	—	79 3 1u	

Rowland u Harrison (13) Bogen	Wolff (22) Bogen	Exner u Haschek (20) Bogen	Exner u Haschek (17) Funke	
—	—	—	3783 67 1	
—	3780 823 3	3780 84 2	80 85 3r	1)
—	—	—	80 70 2	
—	—	—	79 88 1	
—	—	—	73 8 2u	
—	—	—	73 30 2	
—	—	—	66 76 1	
3759 217 7	59 227 8	59 22 8	59 33 20	1)
—	—	—	48 2 1u	
—	—	—	36 6 2r	
—	35 988 3	—	36 02 1	
35 001 3	—	—	—	
—	—	—	31 6 1	
—	25 199 3	25 21 1	25 24 3	1)
—	24 921 1	—	—	
—	15 675 6	15 66 3	15 67 4	1)
—	15 014 5	15 02 2	15 03 3	1)
—	13 696 7	13 69 4	13 71 6	1)
—	05 968 6	05 94 3	06 02 5	1)
—	04 660 6R	04 65 1	—	
—	01 945 1	—	01 9 2r	
—	—	—	01 47 1	
—	3699 684 1	—	3694 25 1r	
3680 048 1	—	—	—	Fe?
72 147 3	72 164 3	3672 13 1	—	1)
—	—	—	65 5 1u	
—	62 220 5	62 24 2	62 24 3	1)
—	—	—	58 7 1	
50 313 5	50 328 6	50 38 3	50 31 4	1)
49 661 5	49 663 2	49 69 2	49 66 1	
45 547 5	45 561 8	45 58 5	45 57 8	1)
41 675 5	41 677 4	41 69 3	41 8 2u	1)

—		—		—		—		63 3	1u?	
—		—		—		—		62 3	1u	
—		53 827	3	53 82	1	—		—		1)
—		—		—		—		53 2	1u	
49 256	6	49 240	10	49 27	20	46 5	6	49 22	50	1) 2)
36 351	7	36 367	6	36 35	2			36 40	3	1)
—		29 359	10	29 34	6			29 40	15	1) 2)
—		27 709	4	27 69	2			27 72	1	1)
—		21 684	10	21 69	5			21 71	10	1) 2)
—		—		19 28	1?			—		
16 053	4	16 186	10	16 16	5			16 21	10	1) 2)
—		10 952	2	—				—		
—		02 717	2	02 72	1			—		1)
—		3898 743	2	3898 84	1			—		1)
—		95 801	8	95 80	1			—		
86 495	7	86 464	10	86 50	5			3886 51	15	1)
83 955	2	—		—				—		
—		71 764	10	71 80	6			71 89	20	1)
—		—		—				64 67	2r	
—		—		—				55 10	3	
—		49 167	8	49 14	5			49 20	10	1)
—		46 784	2	—				—		
—		—		46 15	2			46 16	3	
—		40 831	8	40 88	3			40 92	5	1)
—		—		38 42	2			—		
—		—		35 24	2			35 29	5	
—		—		32 46	2			—		
—		—		—				08 89	2	
—		—		—				05 57	1	
3794 904	7	3794 916	8	3794 90	10			3794 99	50	1)
—		—		—				91 02	50	
90 953	6	90 967	9	90 99	8			—		1)
—		—		—				87 31	2	
—		84 945	3	84 95	1			84 95	2	
—		—		—				84 02	1	

—		37 303	4	37 30	3	37 35	3	1)
—		36 819	1	36 80	2	—		1)
—		28 980	6	28 97	3	29 00	3	1)
—		21 893	1u	—		21 96	1	
—		13 249	2	13 24	2	—		1)
—		12 496	2	12 50	1	12 53	21	1)
—		—		—		10 5	2	
—		—		—		09 4	1	
—		01 201	4	01 19	1	01 20	1	1)
—		3593 443	2	—		—		
—		81 994	2	—		3582 0	1u	1)
—		—		—		80 3	1u	
—		—		—		79 1	1u	
3574 565	5	74 561	7	3574 57	3	74 60	1	1)
—		66 254	3?	—		—		
—		63 943	3?	—		—		
—		60 726	3	—		—		
—		—		—		57 88	1	
—		57 396	5u	57 40	2	—		
—		53 732	3?	—		—		
—		50 962	3	50 98	1	50 98	1	1)
—		45 095	3	—		45 0	1	
—		37 626	2	—		—		
—		34 713	2?	—		—		
—		30 805	2	30 79	1	30 80	1	
—		28 726	2?	—		—		
—		—		—		17 26	50l	
14 191	4	14 209	2	14 20	2	—		1)
13 050	3	13 064	3	13 07	2	13 06	1	1)
10 121	3	10 133	3	10 14	2	10 13	1	1)
—		3480 750	1?	3480 77	1	—		
3461 327	3	61 331	3	61 30	1	—		1)
53 312	3	53 311	5	53 30	3	53 32	2	1)
52 330	3	52 354	5	52 33	3	52 35	2	1)
—		50 785	1u	50 79	1	—		

1) Diese Linien sind auch von Kellner [21] gemessen

2) Von Humphreys [11, 25] auf Druckverschiebung untersucht

Rowland u Harrison (13) Bogen		Wolff (22) Bogen		Exner u Haschek (20) Bogen		Exner u Haschek (17) Funke		
—		—		—		3411 95	1	
—		3404 653	3	3404 61	1	—		
—		3397 882	1 u?	—		—		
		88 735	2?	3388 70	1	—		1)
—		81 556	3	81 55	1	3381 10	10	1)
3381 046	8	81 024	8	81 10	8	–		1)
76 472	3	76 451	5	76 48	3	76 45	3	1)
—		62 167	3	62 17	1	—		1)
—		57 603	2	57 62	1	—		
—		49 948	1 u?	—		—		
44 705	5	44 682	8	44 74	8	44 71	7	1)
—		42 356	3	42 38	3	—		1)
37 630	6	37 611	8	37 66	8	37 67	15	1)
—		07 115	3	07 15	1	07 05	1	1)
03 241	5	03 239	8	03 29	5	03 26	5	1)
3265 795	5	3265 792	8	3265 81	5	3265 79	4	1)
49 481	4	49 483	7	49 50	4	49 49	3	1)
—		47 159	2	47 15	1	—		
45 250	5	45 248	8	45 26	5	45 28	4	1)
36 671	1	—		—		—		
-		35 763	1?	35 76	1	—		
15 935	2	15 929	4	15 94	1	—		1)
—		3193 130	2	3193 15	2	3193 09	1	1)
—		85 505	1 u	—		—		
—		84 087	1 u	—		—		
—		79 888	2	79 91	1	—		
—		79 454	1	79 46	1	—		
3176 103	2	76 088	3	76 11	1	—		1)
—		—		—		71 79	20	
—		48 648	1 u	—		—		
42 881	2	42 880	5	42 91	2	42 99	1	1)
—		09 544	3	09 55	1	—		1)
—		08 568	2	08 57	1	—		
04 702	1	04 702	6	04 70	3	04 76	1	1)
		3096 124	2	3096 15	1	—		
		10 924	2	—		—		1)
		2963 036	1	—		—		

Wolff (22) Bogen		Exner u Haschek (20) Bogen		Exner u Haschek (17) Funke		
2950 615	3	—		2950 70	1	1)
2899 861	1 u?	—		—		
93 185	4	—		2893 20	2	1)
85 249	4	—		85 25	2	1)
80 743	2	—		80 85	1	1)
63 056	2			—		
59 842	1 u?	—		—		
56 001	3	—		56 0	1	1)
48 445	1	—		—		
15 450	1 u	—		—		
08 468	7	2808 48	1	08 46	3	1)
2798 645	2	—		2798 65	1	1)
96 468	1	—		—		
—		—		91 60	1	
80 336	2	—		80 3	1	
29 987	2	—		—		
—		—		2695 59	1	
—		—		85 1	1 u	
—		—		82 5	1 u	
2677 988	2	—		—		
—		—		73 03	1	
—		—		51 78	8	
10 428	6	2610 43	2	10 46	5	1)
—				2596 20	1	
—				60 50	1	
—				19 31	2	
—				2487 65	1	
—				76 80	7	
2471 999	1?			72 0	1	
				2399 73	1	
				79 49	10	
				28 87	1	
				19 55	1	
				17 95	1	
				2297 90	7	
				56 90	1	
				16 20	2	

2. Bandenspectrum.

Lanthan zeigt im Bogen und in der Knallgasflamme characteristische Banden, welche nach längeren Wellen abschattirt sind. Es liegen zwei Bandengruppen im Blau, welche am stärksten sind, und drei Gruppen im Grün bis Roth. Die Structur der kurzwelligen Bandengruppen ist wesentlich verschieden von der der langwelligen: bei ersteren liegen die Kanten in Abständen von wenigen Å, bei letzteren in Abständen von etwa 30 Å.

1) Diese Linien sind auch von Kellner [21] gemessen, ausserdem giebt er 2799 245 [1], 2668 021 [1].

Nach Kellner [21] geht bei den Kanten der beiden ersten Gruppen jedesmal eine Linie voraus, oder anders gesagt, es liegen zwei Kanten unmittelbar nebeneinander, Wolff [22] sagt dasselbe von der dritten und vierten Gruppe Mit grossem Rowlandgitter ist die erste Gruppe noch nicht in Linien aufgelost, die zweite zeigt beginnende Auflosung, die folgenden sind ganz aufgelost, doch sind die einzelnen Linien noch nicht gemessen worden — Die funfte Gruppe findet sich ausschliesslich in dem Atlas von Hagenbach und Konen [23], der ein sehr gutes Bild der Banden giebt

Kellner (21)	Wolff (22)	Hagenbach u Konen (23)	Hartley u Ramage (15)
4372 011 72 141	4372 1	4372	4371
75 909 verdeckt	76 0	—	—
79 795 79 896	79 9	—	4379
verdeckt 83 724	83 7	—	—
87 651 87 761	87 7	—	—
91 667 91 770	91 8	—	—
95 800 95 896	95 9	—	—
4400 037 00 246	4400 2	—	—
— 04 937	04 9	—	—
—	09 9	—	—
4418 279 18 406	4418 4	4418	4418
23.208 23 333	23 3	—	22
28 151 28 270	28 2	—	27
— 33 111	33 4	—	32
38 066 38 186	38 2	—	37
43 175	43 2	—	42
48 221	48 2	—	47
53 371	53 4	—	53
58 715	58 7	—	58
—	64 4	—	63

Wolff (22)	Hagenbach u Konen (23)	Hartley u Ramage 15)
5380	5380	5382
—	5406	5409
—	5431	35
—	5454	—
—	5471	71
—	—	86
—	—	5517
5600 2 02 6	5600	5602
26 3 28 8	28	29
—	52	54
—	80	82
—	—	5710
—	5920	—
—	49	—
—	77	—
—	6006	—
—	35	—
—	62	—

Ueber das angebliche Phosphorescenzspectrum des Lanthans, siehe Bd IV p. 805, 808

LITHIUM (Li = 7 00) [1]

Literatur

[1] W H F Talbot, Brewster's Journal of science 1825 p 55 Schweigger's Jahrbuch d Chem u Phys **48** p 445—452 (1826) Vergl Bd I p 18 und G Kirchhoff, Pogg. Ann **118** p. 94—111 (1863) Gefarbte Flammen

[2] W H F Talbot, Facts relating to optical science Phil Mag (3) **4** p 112 114 (1834) Rothe Linie in Flamme

[3] R Cartmell, On a photochemical method of recognising the non-volatile alkalies and alkaline earths Phil Mag (4) **16** p 328—333 (1858). Flammenspectrum mit Absorptionsglasern untersucht

[4] G Kirchhoff, Ueber die Fraunhoferschen Linien Monatsber Berl Akad 1859 p 662—665, auch Pogg Ann **109** p 148—150 (1860) Ann chim et phys (3) **58** p 231 236 (1860) Phil Mag (4) **19** p 193—197 (1860). Umkehrungsversuch, keine Linie in Sonne

[5] G Kirchhoff und R Bunsen, Chemische Analyse durch Spectralbeobachtung Pogg Ann **110** p 161—189 (1860) und **113** p 337—381 (1861) Ann chim et phys (3) **62** p 452—486 (1861), Phil Mag (4) **22** p 324—349 (1861) Flammenspectrum, Empfindlichkeit der Reaction, spectraler Nachweis

[6] G Kirchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und die Spectren der chemischen Elemente Abhandl Berl Akad 1861 p 63—95, 1862 p 227—240 Vergl auch diesen Bd p 1 Funkenspectrum

[7] E Frankland, On the blue band of the lithium spectrum Phil Mag. (4) **22** p 472—473 (1861) Amer J **34** p 407 (1862) Auftreten der blauen Linie in heissen Flammen

[8] J Tyndall, On the physical basis of solar chimistry Phil Mag. (4) **22** p 147 bis 156 (1861) Blaue Linie in Bogenlampe

[9] J P Cooke, The spectroscope Amer J (2) **34** p 299 (1862) Flamme, rothe Linie doppelt

[10] G Kirchhoff und R Bunsen, Die Spectren der Alcalien und alcalischen Erden. Zs f analyt Chemie **1** p. 1—2 (1862) Flamme

[11] C Wolf et E Diacon, Note sur les spectres des métaux alcalins C R **55** p 334 bis 336 (1862) Neue Linien im Flammenspectrum, Einfluss von Haloiden

[12] W A Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark Phil. Trans **152, II** p 861—886 (1862) Funke

[13] A J Ångstrom, Ueber die Fraunhoferschen Linien im Sonnenspectrum Pogg Ann **117** p 290—302 (1862) — aus Ofvers K Svensk Vet Acad Förh 1861 No 6, auch Phil. Mag (4) **24** p 1—11 (1862) Kein Li in Sonne

[14] A Mitscherlich, Beitrage zur Spectralanalyse Pogg Ann **116** p 499—507 (1862) Verbindungen in Flammen und Absorptionsröhren

[15] P. Volpicelli, Recherches d'analyse spectrale C R **56** p 493—495 (1863), **57** p 571—574 (1863) Kalk in Knallgasgeblase zeigt Li-Linien

1) Bearbeitet von Prof H Konen

[16] J Müller, Bestimmung der Wellenlänge einiger hellen Spectrallinien Pogg Ann **118** p 641—644 (1863) Messung der Linie „6763“

[17] T R Robinson, On spectra of electric light as modified by the nature of the electrodes and the media of discharge Proc Roy Soc **12** p 202—205 (1863) Phil Mag (4) **25** p 486—488 (1863) Funke

[18] H Fizeau, Recherches sur les modifications que subit la vitesse de la lumière dans le verre et plusieurs autres corps solides sous l'influence de la chaleur Ann chim et phys (3) **66** p 429–482 (1863) Messung der rothen Linie

[19] F Brasack, Spectralanalytische Untersuchungen Abhandl Naturf Ges Halle **9,** 1 p 1—16 (1864) Empfindlichkeit der Reaction

[20] W Huggins, On the spectra of some of the chemical elements Phil Trans **154,** II p 139—160 (1864) Funke

[21] A Mitscherlich, Ueber die Spectra der Verbindungen und der einfachen Körper Pogg Ann **121** p 459—488 (1864), Metall in Flamme, kein Verbindungsspectrum Zeichnung

[22] J Plücker and J W Hittorf, On the spectra of ignited gases and vapours with especial regard to the different spectra of the same elementary gaseous substance Phil Trans **155** p 1—29 (1865) Neudruck Leipzig 1905 In Flamme und Funke

[23] A Belohoubek, Beitrag zur spectralanalytischen Nachweisung der Alcalien J f pract Chem **99** p 235—236 (1866) Spectralanalyse

[24] E Mascart, Recherches sur la détermination des longueurs d'onde Ann ec norm **4** p 7—31 (1866) Absolute Messung, vergl Bd I p 694

[25] R Thalén, Om spectralanalys Uppsala Univ Årskr 1866 Funkenspectrum, Zeichnung

[26] R Rühlmann, Untersuchung über die Aenderung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes im Wasser durch die Wärme Pogg Ann **132** p 1—29, 177—204 (1867) Messung der rothen Linie mit Gitter

[27] A Lielegg, Ueber das Spectrum der Bessemerflamme Wien Ber **55** p 153—161, **56** p 26—31 (1867) In Bessemerflamme

[28] E Becquerel, Note sur les effects de coloration que présentent des décharges d'un appareil d'induction quand elles éclatent entre la surface supérieure d'un liquide et un conducteur metallique en platine C R **66** p 121–124 (1868) Blaue Linie sichtbar Vergl Bd I p 219

[29] R Thalén, Mémoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies métalliques Nova acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868) Funke

[30] W M Watts, On the spectra of carbon Phil Mag (4) **40** p 100—163 (1870) Auftreten der blauen Linie

[31] C Cappel, Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Empfindlichkeit der Spectralreactionen Pogg Ann **136** p 628—639 (1870) Empfindlichkeit in Funke

[32] Lecoq de Boisbaudran, Observations sur quelques points d'analyse spectrale et sur la constitution des spectres d'étincelles d'induction C R **73** p 943—946 (1871) Funke gegen Salze und Lösung

[33] W Hankel, Ueber die Absorption des Lichtes in den eigenen Flammen Ber Sächs Ges d W 1871, p 307–308 Selbstumkehrung vergebens gesucht

[33ª] A Cornu, Sur le renversement des raies spectrales des vapeurs métalliques C R **73** p 332—337 (1871) Umkehrung zweier Linien

[34] J N Lockyer, Researches in spectrum analysis in connection with the spectrum of the sun Phil Trans **163** p 253—275 (1873) Lange und kurze Linien

[35] J N Lockyer, Researches in spectrum-analysis in connection with the spectrum of the sun, No II Phil Trans **163** p 639—658 (1873), Proc Roy Soc **21** p 285—288 (1873) Funke

[36] Lecoq de Boisbaudran, Remarques sur quelques particularités observées dans des recherches d'analyse spectrale C R **76** p 1262—1264 (1873) Intensität der Linien in Flamme und Funke nach Lösungen

[37] Lecoq de Boisbaudran, Sur quelques spectres métalliques C R **77** p 1152 bis 1154 (1873) Funke gegen geschmolzenes Carbonat

[38] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux, Paris Gauthier-Villars 1874 Flamme, Funke

[39] P Truchot, Dosage de la lithine par le spectroscope C R 78 p 1022—1024 (1874) Spectralanalyse

[40] R Bunsen, Spectralanalytische Untersuchungen Pogg Ann 155 p 230—252, 366 bis 384 (1875) Funke und Flamme, Zeichnungen

[41] H Ballmann, Ueber quantitative Bestimmung des Lithiums mit dem Spectralapparat Zs f anal Chem 14 p 297—301 (1875) Quantitativ in Flamme Vergl ds Band p 22

[42] H C Jones, Determination of lithium by means of the spectroscope Chem News 34 p 122 (1876) Analyse

[43] J N Lockyer, Preliminary note on the compound nature of the line-spectra of elementary bodies Proc Roy Soc 24 p 352—354 (1876) Sur de nouvelles raies du calcium C R 82 p 660—662 (1876) Veranderlichkeit der Linien

[44] A Gouy, Recherches sur les spectres des métaux a la base des flammes C R 84 p 232—234 (1877) Photometrie der Flammen Verschiedene Schichten in Funken

[45] G L Ciamician, Ueber die Spectren der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen Wien Ber 76 II p 499—517 (1877) Angebliche Beziehungen zu den Spectren von Tl, Bi, Pb Vergl ds Handb II, p 584 Funkenspectrum

[46] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours Proc Roy Soc 27 p 132—136 (1878) Absorption eines Gemisches von Na + K + Li Dampf.

[47] J N Lockyer, Researches in spectrum analysis in connection with the spectrum of the sun No VII Proc Roy Soc. 28 p 157—180 (1878) Nat 19 p 197—201, 225—230 (1879) Veranderlichkeit der Linien Vergleich mit Sonne

[48] G D Liveing and J Dewar, Studies in spectrum analysis Cambr Proc 3 p 208—209 (1878) Absorption in Gegenwart anderer Substanzen

[49] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of lines of metallic vapours Proc Roy Soc 28 p 352—358, 367—373, 471—475 (1879) Umkehrung der Bogenlinien

[50] J N Lockyer, Note on some spectral phenomena observed in the arc produced by a Siemens' maschine Proc Roy Soc 28 p 425—428 (1879) Photographie des Bogenspectrums

[51] G D Liveing and J Dewar, Note on the unknown chromospheric substance of Young Proc Roy Soc 28 p 475—477 (1879) Beziehung zwischen Wellenlangen

[52] J N Lockyer, On a new method of studying metallic vapours Proc Roy Soc 29 p 266—272 (1879) Funke durch Flamme

[53] J N Lockyer, On a new method of spectrum observation Proc Roy. Soc 30 p 22—31 (1879) Funke durch Flamme mit Li

[54] W W de Abney, On the photographic method of registering absorption spectra, and its application to solar physics Phil Mag (5) 7 p 313—316 (1879) Umkehrungsversuch, ultrarothe Linie

[55] J N Lockyer, Notes on recent spectral observations Rep Brit Ass 1879 p. 317 Angebliche Dissoziation von Li

[56] A Gouy, Recherches photometriques sur les flammes colorees Ann chim et phys (5) 18 p 5—101 (1879) C R 83 p 269—272 (1876), C R 85 p 70—72 (1877), C R 86 p 878—880, 1078—1080 (1878) C R 88 p 418—421 (1879), J de Phys 9 p 19—27 (1880) Photometrie in Flammen

[57] J N Lockyer, On multiple spectra Nat 22 p 4—7, 309—312, 562—565 (1880) Funke durch Flamme

[58] G D Liveing and J Dewar, On the spectra of magnesium and lithium Proc. Roy Soc 30 p 93—99 (1880) Neue Linien Gesetzmässige Lagerung

[59] R Colley, Sur l'illumination des éléctrodes J de Phys 9 p 155—160 (1880) Entladungen in Salzlosungen

[60] A Schuster, The teachings of modern spectroscopy Proc Roy Inst 9 p 193 bis 507 (1882) Rep Brit Ass 1880 p 291 Li in Flamme und Funke

[61] J L Schonn, Ueber ultraviolette Strahlen (Forts) Wied Ann 10 p 143—148 (1880) Funkenspectrum

[62] J N Lockyer, The chemistry of the sun Nat 24 p 267—274, 296—301, 315—324, 365—370, 391—399 (1881) Vergleich mit Sonne, Dissociation

[63] W Crookes, Des spectres phosphorescents discontinus dans le vide presque parfait Ann chim et phys (5) 23 p 555—665 (1881) Phosphorescenz von Li_2CO_3

[64] J Dewar, On the origin and identity of spectra Proc Roy Inst 9 p 684—703 (1882) Serien

[65] L Palmieri, Rendic Accad di Napoli 20 p 232—233 (1882) Beibl 6 p 877 (1882) Li neben anderen Metallen in Flamme

[66] G D Liveing and J Dewar, On the ultraviolet spectra of the elements Phil Trans 174, I p 187—222 (1883) Auszug Proc Roy Soc 34 p 122—123 (1882) Wiederholung ähnlicher Gruppen

[67] G D Liveing and J Dewar, On the circumstances producing the reversal of spectral lines of metals Cambr Proc 4, 5 p 256—265 (1882) Continuirlicher Grund

[68] G D Liveing, The ultraviolet spectra of the elements Proc Roy Inst 10 p 245 bis 252 (1883) Wiederholung von Gruppen

[69] G D Liveing and J Dewar, Note on the order of reversibility of the lithium lines Proc Roy Soc 35 p 76 (1883) Reihenfolge der Umkehrbarkeit der Linien

[70] G D Liveing and J Dewar, Spectroscopic studies in gaseous explosions Proc Roy Soc 36 p 471—478 (1884) Keine brechbareren Linien als 4135

[71] R Thalen, Sur le spectre du fer obtenu a l'aide de l'arc electrique Nov Act Soc Upsal (3) 12 p 1—49 (1884) Im Bogen

[72] Ch Fievez, De l'influence de la temperature sur les caractères des raies spectrales Bull Acc Belg (3) 7 p 348—355 (1884) Verbreiterung und Umkehrung

[73] G D Liveing and J Dewar, On the spectral lines of metals developed by exploding gases Phil Mag (5) 18 p 161—173 (1884) In Explosionsgemischen

[74] Ch Fievez, Influence du magnetisme sur les caractères des lignes spectrales Bull de Belg (3) 9 p 381—385 (1885) Rep f phys Techn 21 p 766—769 (1885) Bull de Belg (3) 12 p 30 (1886) Rothe Flammenlinie im Magnetfeld

[75] L Bell, Spectroscopic determination of lithium Americ chem J 7 p 35—36 (1885) Analyse

[76] Foehr, Ein Beitrag zur quantitativen Spectralanalyse Chem Ztg 9 p 1013—1014 (1885) Analyse

[77] J N Lockyer, Researches on the spectra of meteorites A report to the solar physics committee Proc Roy Soc 43 p 117—156 (1887) In O-H Flamme

[78] C C Hutchins and E L Holden, On the existence of certain elements, together with the discovery of platinum in the sun Phil Mag (5) 24 p 325—330 (1887) Vergleich von Bogen und Sonne

[79] G D Liveing and J Dewar, On the ultra violet spectra of elements Phil Trans 179, A p 231 - 255 (1888) Bogen

[80] H Ebert, Die Methode der hohen Interferenzen in ihrer Verwendbarkeit für Zwecke der quantitativen Spectralanalyse Habilitationsschrift Erlangen 1888 Wied Ann 34 p 39—90 (1888) Verbreiterung

[82] H A Rowland, Table of standard wave lengths Phil Mag (5) 27 p 479—484 (1889) In Bogen

[83] H Kayser und C Runge, Ueber die Spectren der Elemente, 3 Abschnitt Ueber die Linienspectren der Alcalien Abhandl der Berl Akad 1890 Wiedem Ann 41 p 302—320 (1890) Messung in Bogen, gesetzmässiger Bau Serienformeln

[84] J S Ames, On relations between the lines of various spectra with special reference to those of cadmium and zinc and redetermination of their wave-lengths Phil Mag (5) 30 p 33—45 (1890)

[85] J R Rydberg, Ueber den Bau der Linienspectren der chemischen Grundstoffe Zs physik Chem 5 p 227—232 (1890) Phil Mag (5) 29 p 331—337 (1890) Serien, vergl ds Handb II, p 512 ff Bau des Spectrums

[86] J R Rydberg, Recherches sur la constitution des spectres d'emission des éléments chimiques Kgl Svenska Vet-Akad Handl 32 No 11 (1890) Serien, vergl ds Handb II p 512 ff Bau des Spectrums

[87] A A Michelson, On the application of interference methods to spectroscopic measurements II Phil Mag (5) **34** p 280—299 (1892) Astron and Astrophys **11** p 884—903 (1892) Verbreiterungserscheinungen

[88] G S Newth, Note on the colours of the alkali metals Nat **47** p 55 (1892) Absorption des Metalls

[89] W L Dudley, The colours and absorption-spectra of thin metallic films and of incandescent vapours of the metals with some observations on electrical volatility Americ Chem J **14** p 185—190 (1892) Chem News **66** p 163—165 (1892) Absorption Vergl ds Handb III, p 333 Li Dampf roth

[90] B W Snow, Ueber das ultrarothe Emissionspectrum der Alcalien Wiedem Ann **47** p 208—251 (1892) In Bogen

[91] H Kayser und C Runge, Ueber die ultrarothen Spectren der Alcalien Wiedem Ann **48** p 150—157 (1893) Gegen Snow

[92] E Pringsheim, Das Kirchhoffsche Gesetz und die Strahlung der Gase Wiedem Ann **45** p 428—459 (1892) Li in erhitztem Rohre Vergl Bd II p 152

[93] P Ravin, Methode d'analyse spectrale quantitative Application au lithium Thèse faculté de med de Lille 1893 Analyse

[94] J R Rydberg, Beiträge zur Kenntniss der Linienspectra Wiedem Ann **50** p 625—638 (1893) Bau des Spectrums

[95] H A Rowland, On a new table of standard wave-lengths Astronomy and Astrophys **12** p 321—347 (1893) Phil Mag (5) **36** p 49—75 (1893) Li 6708 070 in Bogen dreifach, rothe und blaue Linie im Bogen

[96] B W Snow, The continuous spectrum of alkalies Proc Amer Assoc 1893 p 79—80

[97] D Cochain, Sur les spectres des flammes de quelques metaux C R **116** p 1055 bis 1057 (1893) Ultraviolett in Flamme

[98] J M Eder und E Valenta, Verlauf der Bunsenschen Flammenreactionen im ultravioletten Spectrum Denkschr Wien Akad **60** p 467—476 (1893) Beiträge zur Photochemie und Spectralanalyse p 87—97

[99] W N Hartley, Method of observing the spectra of easily volatile metals and their salts, and of separating their spectra from those of the alcaline earths J chem soc **63** p 138—141 (1893) Analyse

[100] E Bonnaire, Recherches sur l'influence de quelques sels metalliques sur la visibilite du spectre du lithium Thèse, Lille 1894, bei Delemar et Dubar Einfluss von Salzsaure oder Chloroform

[101] O Vogel, Die Anwendung der Leuchtgas-Sauerstoffflamme zu spectralanalytischen Mineraluntersuchungen Zs anorg Chem **5** p 42—62 (1894) Analyse

[102] W N Hartley, Flame spectra at high temperature Phil Trans **185** A p 161 bis 212 (1894) Proc Roy Soc **54** p 5—7 (1893) Linienspectrum, kein continuirliches Spectrum

[103] E P Lewis and E S Ferry, The infra-red spectra of metals Astron a Astrophys **13** p 747—752 (1894) Bogen

[104] E P Lewis, The measurement of some standard wave-lengths in the infra-red spectra of metals Astrophys J **2** p 106—108 (1895) Ultrarothe Linie im Bogen

[105] E Demarçay, Spectres electriques Paris 1895 In Funke

[106] C W Baldwin, A photographic study of arc spectra Physic Rev **3** p 370—380, 448—457 (1895) Vertheilung der Emission im Bogen

[107] C J Lundstrom, Flame spectra observed at Swedish Bessemer works Proc Roy Soc **59** p 98—101 (1895) In Bessemerflamme

[108] A de Gramont, Analyse spectrale directe des mineraux Paris 1895 bei Baudry Spectralanalyse

[109] A Smithells, The luminosity of gases Phil Mag (5) **39** p 122—133 (1895) Einfluss von Haloiden auf Flammenspectrum, getheilte Flamme

[110] W N Hartley, The thermo-chemistry of the Bessemer process Journ Iron and Steel Inst **2** p 1—27 (1895) In Bessemerflamme

[111] A. A Michelson, On the broadening of spectral lines Astrophys J **2** p 251 bis 263 (1895) Verbreiterung

[111a] A de Gramont, Spectres de dissociation des sels fondus metaux alcalins, sodium, potassium, lithium C R **122** p 1411—1413 (1896) Geschmolzene Salze

[112] L Rummel, On the spectra of the alcalies Proc Roy Soc Victoria (2) **9** p 260 bis 263 (1896) Serienformeln, vergl ds Handb II p 568

[113] A Schuster, Nat **55** p 180 (1896) On a new law connecting the periods of molecular vibrations Nat **55** p 200—201 (1896), Nat **55** p 223 (1897) Bau der Serien, vergl ds Handb II p 557

[114] W J Humphreys, A further study of the effect of pressure on the wave lengths of lines in the arc spectra of certain elements Astrophys J **4** p 249—262 (1896) Druckverschiebung

[115] A A Michelson, Radiation in a magnetic field Phil Mag (3) **44** p 109—115 (1897) Zeeman Effect in Flamme

[116] W N Hartley, The wide dissimination of some of the rarer elements, and the mode of their association in common ores and minerals Trans chem Soc **71** p 533—547 (1897) Analyse

[117] A L Foley, Arc spectra Phys Rev **5** p 129—151 (1897) Vertheilung in Bogen

[118] W N Hartley and H Ramage, A spectrographic analysis of iron ores and associated minerals Journ Iron and Steel Inst **9** p 1—13 (1897) Analyse

[119] F Exner und E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectren der Elemente Wien Ber **106** IIa p 36—68, 337—356, 1127—1152 (1897) In Funke

[120] L Rummel, The spectra of the alcalies and their atomic weights Proc Roy Soc Victoria (2) **10**, I p 75—78 (1897) Serienformeln, vergl ds Handb II p 568

[121] A de Gramont, Observations sur les spectres des corps composées Bull soc chim (3) **17** p 778—781 (1897) Chem News **76** p 277 (1897) Analyse

[122] W J Humphreys, Changes in the wave-frequencies of the lines of emission spectra of elements, their dependance upon the elements themselves and upon the physical conditions, under which they are produced Astrophys J **6** p 169—232 (1897) Bogen, Druckverschiebung

[123] A de Gramont, Analyse spectrale de quelques mineraux non conducteurs par les sels fondus et réaction des elements C R **126** p 1513—1515 (1898) Bull soc chim de Paris (3) **19** p 54—59, 548—551, 742—746 (1898) Analyse

[124] W N Hartley and H Ramage, A spectrographic analysis of iron meteorites, siderolites and meteoric stones Proc Roy Soc Dublin **8** (N S) p 703—710 (1896) Analyse

[125] A Smithells, H M Dawson and H A Wilson, The electrical conductivity and luminosity of flames containing vaporised salts Phil Trans **193** A p 89—128 (1899) Kein Zusammenhang zwischen Leuchten und Ionisation

[126] A de Gramont, Analyse spectrale des minéraux non conducteurs par les sels fondus Bull soc franç de miner (1898) Analyse

[127] J M Eder und E Valenta, Ueber das Funkenspectrum des Calciums und des Lithiums und seine Verbreiterungs- und Umkehrungserscheinungen Denkschr Wien Akad **67** (1898) Beiträge zur Photochemie etc p 333—344 Flamme, Funke

[128] A A Michelson, Radiation in a magnetic field Astrophys J **7** p 131—138 (1898) Zeeman-Effect in Flamme

[129] H. A Rowland, Preliminary table of solar spectrum wave lengths Astrophys Journ 1—6 (1895—1897) Chicago, University press 1898

[130] A A Michelson, Radiation in a magnetic field Nat **59** p 440—441 (1899) Zeeman-Effect, Verbreiterung der rothen Linie in Flamme

[131] Ch Fabry et A Perot, Sur les sources de lumière monochromatiques Journ de Phys (3) **9** p 369—382 (1900) Messung in Flamme

[132] A Perot et Ch Fabry, Determination de nouveaux points de repère dans le spectre C R **130** p 492—495 (1900) Rothe Flammenlinie gemessen

[133] S Friedlander, Ueber die Bestimmung von Chlor, Brom und Jod durch Beobachtung von Flammenspectren Diss Berlin 1900, Zs phys Chemie **36** p 746—747 (1901) In Flammen mit Zusätzen

[134] H Lehmann, Die ultrarothen Spectren der Alcalien Freiburg i B 1900 Bogen

[135] W Sutherland, The cause of the structure of spectra Phil Mag (6) **2** p 245 bis 274 (1901) Serienformeln

[136] H Lehmann, Photographie der ultrarothen Spectren der Alcalimetalle Diss Freiburg 1901 Ann d Phys (4) **5** p 633—658 (1901). Bogen

[137] W N Hartley, A simplified method for the spectrographic analysis of minerals Trans chem soc **79** p 61—71 (1901) In H-O-Flamme

[138] H Ramage, A comparative study of the spectra, densities and melting points of some groups of metals and of the relation of properties to atomic mass Proc. Roy Soc **70** p 1—26 (1901) Flammenspectrum, Vergleich mit anderen Spectren

[139] F Lindemann, Zur Theorie der Spectrallinien Munch Ber **31** p 441—491 (1901) Angebliche Homologieen

[140] W N Hartley and H Ramage, Banded flame spectra of metals Dubl Trans (2) **7** p 339—352 (1901) Nitrat in Wasserstoff-Sauerstoffflamme

[141] W Schuler, Versuche uber die Empfindlichkeit der spectralanalytischen Reactionen Diss Bonn 1901 Ann d Phys (4) **5** p 931—942 (1901) In Flamme und Funke

[142] F Exner und E Haschek, Wellenlangen-Tabellen für spectralanalytische Untersuchungen auf Grund der ultravioletten Funkenspectren der Elemente Leipzig und Wien 1902

[143] P Lenard, Ueber die Electricitatsleitung in Flammen Ann d Phys (4) **9** p 632—650 (1902) In Flammen

[144] W N Hartley and H Ramage, An investigation of the spectra of flames resulting from operations in the open hearth and basic Bessemer process Proc Roy Soc **68** p 93—97 (1901) Ber chem Ges **34** p 799—804 (1901) Analyse

[145] C Runge und F Paschen, On the separation of corresponding series lines in the magnetic field Astrophys J **16** p 123—134 (1902) Ber Beil Akad 1902 p 720 730. Zeeman-Effect

[146] W N Hartley and H Ramage, The mineral constituents of dust and soot from various sources Proc Roy Soc **68** p 97—109 (1901) Analyse

[147] W N Hartley and H Ramage, An investigation of the spectra of flames at different periods during the basic Bessemer process Journ Iron and Steel Inst 1902 Analyse

[148] Ch Fabry et A Perot, Measures of absolute wave-lengths on the solar spectrum and in the spectrum of iron Astrophys J **15** p 73—96, 261—273 (1902) Ann chim et phys (7) **25** p 98—139 (1902) In Flamme

[149] H Hagenbach, Ueber das Lithiumspectrum Ann d Phys (4) **9** p 729 741 (1902) Arch. sc phys et nat (4) **14** p 378—380 (1902) Untersuchung von 4603, neue Linie

[150] H Konen und A Hagenbach, Ueber die Linienspectra der Alcalien Physikal Zs **4** p. 800—804 (1903) Sitzber Niederrh Ges Natk Bonn p 80—86 (1903) Linien in Bogen

[151] W von Bolton, Ueber electrodisches Leuchten und eine neue spectroscopische Methode Zs f Electrochem **9** p 913—922 (1903) Linienspectrum bei Electrolyse.

[152] W Ritz, Zur Theorie der Serienspectren Diss Göttingen 1903 Ann d Phys (4) **12** p 264—310 (1903) Physik Zs **4** p 406—408 (1903) Serienformel.

[153] H Ramage, Abnormal changes in some lines in the spectrum of lithium Proc Roy Soc **71** p 164—171 (1903) Chem News **87** p 2—5 (1903) Messungen in Flamme Verhalten von 4603

[154] A Fowler and H Shaw, On formulae for spectrum series Astrophys. J. **18** p 21—32 (1903) Neue Formel fur Hauptserie

[155] C de Watteville, Sur les spectres de flammes C R **135** p. 1329—1332 (1903) In Flammen mittels zerstaubter Salze

[156] P Lenard, Ueber den electrischen Bogen und die Spectra der Metalle Ann d Phys (4) **11** p 636—650 (1903)

[157] K Langenbach, Ueber Intensitatsvertheilung in Linienspectren Diss. Bonn 1902. Ann d Phys (4) **10** p 789—815 (1903) Helligkeit von Serienlinien in Geisslerröhre

[158] H Lehmann, Ultrarothe Flammenspectra Zs wiss Photogr **1** p 135—139 (1903) Keine ultrarothen Linien

[159] L Pucciantı, Metodo interferenziale pei lo studio della dispersione anomala nei vapori Mem soc spettr Ital **33** p 133—138 (1904) Anomale Dispersion in Flamme

[160] H Ramage, On the distribution and spectra of metallic vapours in electric sparks Cambr Proc **12** p 349—352 (1904) Chem News **89** p 253—254 (1904) Vertheilung in Funke

[161] F Exner und E Haschek, Wellenlangen-Tabellen fur spectralanalytische Untersuchungen auf Grund der ultravioletten Bogenspectren der Elemente Leipzig und Wien 1904

[162] W N Hartley, A simplified method for the spectrographic analysis of minerals Trans chem soc **79** p 61—71 (1901) In H-O-Flamme

[163] Ch de Watteville, Sur les spectres de flammes des metaux alcalins C R **138** p 346—349 (1904) Vertheilung der Emission in Flammen

[164] H W Morse, Spectra from the Wehnelt interrupter Astrophys J **19** p 162—186 (1904), **21** p 233—235 (1905) In Wehneltunterbrecher

[165] F A Saunders, Some additions to the arc spectra of alcali metals Proc Amer Acad **40** p 437—453 (1904) Physic Rev **18** p 452—454 (1904) Astrophys J **20** p 188—201 (1904) In Bogen

[166] Ch de Watteville, Spectres de flammes Thèse, Paris 1904 Phil Trans A **204** p 139—168 (1905) Vertheilung in Flamme

[167] W W Coblentz, Investigations of infra-red spectra Washington, Carnegie Institution 1905, Part II p 307—308 In Bogen

[168] P Lenard, Ueber die Lichtemissionen der Alkalimetalldampfe und Salze, und uber die Centren dieser Emissionen Ann d Phys (4) **17** p 197—247 (1905) In Flamme

[169] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectra der meisten Elemente Jena, bei Fischer 1905 Flamme, Funke, Bogen,

[170] L Pucciantı, Esperienze sulla dispersione anomala dei vapori metallici nell' arco elettrico alternativo, che illustrano la questione degli spettri moltiplici di un elemento Acc dei Lincei Rend (5) **5** p 27—35 (1906)

[171] W W Coblentz, Infra red emission spectra Physic Rev **22** p 1—30 (1906) Bogen, keine Linien oberhalb 2 μ

[172] E E Mogendorff, Spectraalreeksen Diss Amsterdam 1906 Versl K Akad van Wetensch **15** p 429—439 (1906) Serienformel

[173] Lord Blythwood and W A Scoble, Photographs of certain arc spectra from λ 5800 to λ 8500 Astrophys J **24** p 125—127 (1906)

[174] C Fredenhagen, Spectralanalytische Studien Ann d Phys **20** p 123—173 (1906) In Flammen

[175] E Gehrcke und O Reichenheim, Anodenstrahlen Ber phys Ges **8** p 559—566 1906) In Anodenstrahlen

[177] P Zonta, L'interuttore di Auer N Cim (5) **11** p 347—350 (1906) Funke

[178] P G Nutting, Line structure Astrophys J **23** p 64—98 (1906) In Bogen

[178[a]] C Fredenhagen, Ueber die Emissionsursache der Bunsenflammenspectren Physikal Zs **8** p 404—407 (1908) In getheiltem Bunsenbrenner

[179] A Bergmann, Beitrage zur Kenntniss der ultrarothen Emissionsspectren der Alcalien Diss Jena 1907 Zs wiss Photogr **6** p 113—145 (1908) Bogen

[180] C Fredenhagen, Die Emissionsursache der Hauptserienlinien der Alcalimetalle und der Doppler Effect an Kanal- und Anodenstrahlen Physik Zs **8** p 927—928 (1907) In Flamme

[181] W N Hartley, On the thermo-chemistry of flame spectra at high temperatures Proc Roy Soc A **79** p 242—261 (1907) In H-O-Flamme

[182] L Geiger, Ueber die Begleiterscheinungen des inversen longitudinalen Zeeman-Effects Diss Gottingen 1907 Ann d Phys (4) **23** p 758—794, (4) **24** p 597—600 (1907) Drehung in Absorptions-Linien

[183] C Fredenhagen, Emissionsursache der Bunsenflammenspectren Ber chem Ges **40** p 2858—2861 (1907)

[184] F Exner und E Haschek, Ueber die Verschiebung der Spectrallinien Wien Ber. **116** IIa p 323—341 (1907) Bogenlinien in Stufengitter

[185] J H Pollock, Index of principal lines of the spark spectra of the elements Proc Dubl Roy Soc **11** p 184—216 (1907) Linien zu analytischen Zwecken

[186] Fr. Schon, Beitrage zur Kenntniss der anomalen Dispersion von Metalldampfen. Diss. Jena 1907. Zs. wiss. Photogr. **5** p. 349—372, 397—436 (1907). Anomale Dispersion.

[187] A. de Gramont, Sur les raies ultimes ou de grande sensibilite des metaux dans les spectres de dissociation. C. R. **144** p. 1101—1104 (1907). Restlinien.

[188] H. Auerbach, Spectroscopische Untersuchungen uber das Verhalten der Metallsalze in Flammen von verschiedener Temperatur. Diss. Dr. Ing. Berlin 1907. Zs. wiss. Photogr. **7** p. 30—39, 41—66 (1909). In verschiedenen Flammen.

[189] E. Gehrcke und O. Reichenheim, Anodenstrahlen. Ber. physik. Ges. **9** p. 76 bis 83, 200—204, 373—385 (1907). In Anodenstrahlen. Doppler-Effect.

[190] W. J. Humphreys, Arc spectra under heavy pressure. Astrophys. J. **26** p. 18—35 (1907). Druckverschiebung.

[191] E. Goldstein, Ueber zweifache Linienspectra chemischer Elemente. Ber. d. physik. Ges. **9** p. 321—332 (1907). Physik. Zs. **8** p. 647—679 (1907). Astrophys. J. **27** p. 25—34 (1908). Salze in Vacuumrohren.

[192] C. Fredenhagen, Ueber die Emissionsursachen der Spectren. Physik. Zs. **8** p. 729—730 (1907). Ber. d. phys. Ges. **9** p. 393-407 (1907). In Flamme.

[193] W. N. Hartley, On some devices facilitating the study of spectra. Proc. Dublin Soc. (2) **11** p. 237—242 (1907). Astrophys. J. **26** p. 363—368 (1907). Li als Verunreinigung.

[194] W. Ritz, Ueber ein neues Gesetz für Serienspectren. Physik. Zs. **9** p. 521—529 (1908). Formeln.

[195] E. Gehrcke und O. Reichenheim, Anodenstrahlen I. Ann. d. Phys. (4) **25** p. 861 bis 884 (1908). Anodenstrahlen, Doppler Effect.

[196] V. Carlheim-Gyllensköld, Sur les luminescences causees par les rayons canaux. Ark. f. Mat. Astron. och Fysik. **4** No. 33 (1908). In Kanal und Kathodenstrahlen.

[197] H. Erfle, Zur anomalen Dispersion der Metalldampfe. Ber. d. physik. Ges. **10** p. 35-53 (1908). Gegen Schon.

[198] F. Paschen, Zur Kenntniss ultraroter Emissionsspectra I. (Normalwellenlangen bis 27000 Å-E.) Ann. d. Physik (4) **27** p. 537-570 (1908). Bogen.

[199] W. N. Hartley, An investigation of the connection between band and line spectra of the same metallic elements. Trans. Roy. Dublin Soc. (2) **9** p. 85—138 (1908). In H-O-Flamme.

[200] E. Goldstein, Ueber Erzeugung von Linienspectren. Ann. d. Phys. (4) **27** p. 773 bis 796 (1908). Salze in Vacuumrohren.

[201] E. Riecke, Ueber eine raumliche Darstellung der Serienschwingungen und uber die neue von Bergmann entdeckte Serie des Kaliums. Physik. Zs. **9** p. 241—243 (1908). Formeln.

[202] F. Schon, Erwiderung auf Herrn Erfle's Abhandlung „Zur anomalen Dispersion der Metalldampfe". Ber. d. physik. Ges. **10** p. 434—450 (1908). Gegen Erfle.

[203] H. Erfle, Bemerkung zu der Arbeit von Herrn F. Schon: Beitrage zur Kenntniss der anomalen Dispersion. Ber. d. physik. Ges. **10** p. 591—596 (1908). Gegen Schon.

[204] W. W. Coblentz, Ultrarothe Emissionsspectren. Physik. Zs. **9** p. 60—64 (1908). In Bogen.

[205] J. Trowbridge, Phosphorescence produced by the canal rays. Amer. Chem. J. (4) **25** p. 141—142 (1908). Proc. Amer. Acad. **43** p. 401—402 (1908). Phosphorescenz unter Kanal- und Kathodenstrahlen.

[206] H. Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldampfen. Diss. Bonn 1909. Zs. wiss. Photogr. **7** p. 80-112 (1909). In Bogen.

[207] P. V. Bevan, Anomalous dispersion by metallic vapours. Phil. Mag. (6) **18** p. 407 bis 411 (1909). Anomale Dispersion.

[208] J. Hartmann, Normallinien aus dem Bogenspectrum des Eisens im definitiven Rowlandschen System. Physik. Zs. **10** p. 121—124 (1909). Umrechnung auf das „def. R."-System.

[209] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlangenmessungen im rothen Bezirke der Funkenspectren. Wien. Ber. **118** IIa p. 511—524 (1909). Bogen.

Ueber die Spectra des Lithiums finden sich zahlreiche Notizen in der chemischen Literatur zerstreut, die hier unberucksichtigt geblieben sind, einmal weil ihre vollstandige Sammlung kaum moglich ist, dann aber auch weil jene Notizen spectroscopisch kaum etwas Neues bringen Es gehoren hierher die zahlreichen gelegentlichen Bemerkungen uber das Auftreten von Li-Linien bei Analysen, uber Spectralbrenner oder Lampen fur monochromatisches Licht und dergl mehr

Die ersten Angaben uber das Lithiumspectrum beziehen sich auf gefarbte Flammen Talbot [1] ist wohl der erste, der die rothe Li-Linie beschrieben hat [2] Cartmell [3], dessen Untersuchung bekanntlich den Vorlaufer zu den Untersuchungen von Kirchhoff und Bunsen bildete, pruft Flammen mit Li-Salzen mittels gefarbter Glaser In den classischen Abhandlungen von Kirchhoff und Bunsen wird zuerst das Linienspectrum genauer untersucht Kirchhoff [4] beschreibt einen Umkehrungsversuch mit der rothen Li Linie, der dem Versuche mit den Natriumlinien analog ist, ubrigens zeigt, dass in der Sonne keine Linie an der Stelle von Li zu finden ist Kirchhoff und Bunsen [5, 10] beschreiben das Flammenspectrum verschiedener Verbindungen, Fossilien und Mineralien, ferner das Funkenspectrum des Metalls Sie finden in der Flamme zwei Linien, die rothe und die gelbe und machen zugleich auf die weite Verbreitung des Li aufmerksam Weiter beschreibt Kirchhoff das Funkenspectrum Er findet die rothe und gelbe Linie [6] Man vergl auch diesen Band, p 1

Frankland und Tyndall [7, 8] finden gleichzeitig die blaue Linie Tyndall benutzt den Bogen, Frankland eine Wasserstoffflamme Letzterer bemerkt bereits, dass die blaue Linie stets auftrete, wenn man hohe Temperatur anwende Weitere Notizen uber einzelne Linien geben Cooke [9], der die rothe Li-Linie mit einem starken Spectroscop doppelt sieht, sowie Wolf und Diacon [11], die den Einfluss von beigemengten Haloiden auf die Flammenlinien beschreiben In die gleiche Zeit fallt die Arbeit von Mitscherlich, der denselben Weg einschlagt wie Wolf und Diacon Mitscherlich findet in Flammen verschiedener Art mit verschiedenen Zusatzen keine Verbindungsspectra des Li Zusatze von Cl, Br etc loschen die Linien aus [14] In einer weiteren Arbeit beschreibt er auch das Spectrum des Metalls in einer Flamme und giebt eine Zeichnung des Linienspectrums

Miller [12] und Robinson [17] untersuchen wieder das Funkenspectrum, letzterer in einer Wasserstoffatmosphare, und finden Linien, deren Identitat jedoch zweifelhaft ist Volpicelli [15] findet Lithiumlinien im Spectrum eines Kalklichtes, offenbar als Verunreinigung aus dem Kalk Zahllose ahnliche Notizen aus spaterer Zeit ubergehen wir

Es folgen nun einige Untersuchungen, in denen u a eine absolute Messung der rothen Li-Linie ausgefuhrt wird Wir nennen sie hier und verweisen fur Einzelheiten auf Band I p 693ff Muller [16] misst mit Gitter, Fizeau [18] mit Interferenzringen, Mascart [24] und Ruhlmann [26] wieder mit Gitter

Zu analytischen Zwecken misst Brasack [19] die Empfindlichkeit der Lithiumreaction in Flammen. Belohoubeck behandelt [23] den Nachweis von Alcalien, Lielegg das Auftreten der rothen Linie beim Bessemerprocess. Cappel [31] endlich bestimmt die Empfindlichkeit der Funkenreaction.

Wir greifen jetzt wieder zurück. In [20] misst Huggins das Funkenspectrum. Er findet die Linien 670, 610, 497, 460, von denen die dritte erst spater von Lecoq im Funken wiedergefunden wurde. Thalén giebt in [25] eine Zeichnung desselben, in [29] eine Messung und neue Zeichnung. Er benutzt das Chlorid und findet im Funken drei Linien λ 6705,2, λ 6102,3 und λ 4602,7.

Plucker und Hittorf [22] machen keine Detailangaben. Sie bemerken lediglich, dass im Funken, „entsprechend der hoheren Temperatur“ zahlreichere und breitere Linien auftraten, als in der Flamme. Ein Bandenspectrum liess sich nicht nachweisen.

Wie bei anderen Elementen, so ist auch bei Li das Auftreten einzelner Linien haufig als Criterium hoherer Temperatur gedeutet worden, wie wir weiter unten sehen werden, nicht ohne eine gewisse Berechtigung. So beschreibt E. Becquerel [28] das Auftreten der blauen Linie in einem Funken nach einer Flussigkeitsoberflache. Man vergl. auch Bd. I. p. 219. Watts [30] will das Auftreten der Li-Linen in verschiedenen Theilen eines Brenners als Criterium fur die Temperatur der gleichzeitig emittirten Kohlenstoffbanden benutzen. Lecoq [32] beschreibt die allmahliche Verstarkung der im Orange gelegenen Linie, wenn man von einer mit Luft gespeisten Flamme zu einem Funken nach einer Flussigkeit und dann zu einem nicht condensirten Funken nach einer Anode aus geschmolzenem, gluhendem Salze ubergeht. Weitere Notizen von demselben Autor behandeln den gleichen Gegenstand. In [36] werden Vergleiche zwischen den Intensitaten der Linien der verschiedenen Lichtquellen angestellt. Man vergl. hierzu Bd. I. p. 220 und Bd. II, p. 247. In [37] wird der Funke nach geschmolzenem Carbonat beschrieben und die Linie 413 neu gefunden. Alle diese Beobachtungen sind zusammengefasst in [38]. Lecoq beschreibt und bildet hier ab das Flammenspectrum und das Spectrum eines Funkens nach einer Losung. Er findet im Funken gegen das Salz nur drei Linien und zwar bei λ 6706, λ 6102 und unter Umstanden bei 4604. Im Funken gegen eine Losung zeigt sich ausser den genannten noch die Linie λ 4970, die bereits Huggins gesehen hatte. Die relative Intensitat dieser Linien hangt von der Concentration der Losungen ab.

Hankel [33] sucht in Lithiumflammen vergebens nach Selbstumkehrungen, wie er sie bei Flammen mit anderen Alcalien beobachtet hat, wahrend Cornu [33a] der Versuch im Bogen an den Linien λ 6708 und λ 4602 gelingt.

Lockyer [34] bestimmt die langen und kurzen Linien im Bogen (man vergl. Bd. I, p. 238), und weiterhin im Funken [35]. Truchot [39] und Ballmann [41] beschaftigen sich mit quantitativer Analyse (man vergl. ds. Bd. p. 22). In [40] giebt Bunsen Zeichnungen fur das Flammen- und

Funkenspectrum, findet, dass der Funke relativ unempfindlich und bei analytischen Untersuchungen durch die Flamme zu ersetzen sei, und beschreibt Verfahren zum spectralanalytischen Nachweis von Lithium Die Flamme zeigt zwei Linien, λ 6708 stark, λ 6103 schwach, der Funke beide Linien schwach, dazu 4602 Gleichfalls in das Gebiet der Analyse fallt die Notiz von Jones [42], man vergl ds Bd p 23

Es folgt nunmehr eine grosse Reihe von Arbeiten uber die Veranderlichkeit des Lithiumspectrums In [44] beschreibt Gouy zunachst die verschiedenartige Emission der Schichten eines Funken zwischen Electroden mit Lithium Dann wendet er sich seinen photometrischen Messungen an Flammen zu, die in den Abhandlungen [56] zusammengefasst sind Aus seinen bereits Bd II, p 55, p 166 besprochenen Untersuchungen seien nur wenige Punkte hervorgehoben Die Absorption eines continuirlichen Spectrums in einer Flamme mit LiCl wird unmerklich gefunden Innerhalb der rothen Linie lasst sich die Absorption messen, ist von ahnlicher Grosse wie bei den Natriumlinien und zeigt auch den gleichen, von dem Salzgehalt der Flamme und der Zusammensetzung des Salzes abhangigen Gang Bei gleicher Concentration des Metalls sollen verschiedene Salze auch die gleiche Helligkeit ergeben Fur die Abhangigkeit der Helligkeit der Flamme von dem Producte Schichtdicke mal Dichte werden Tabellen gegeben Endlich wird die Abnahme der Helligkeit der Lithiumlinie mit abnehmender Temperatur der Flamme verfolgt.

Aus der Abhandlung von Ciamician [45] sei nur erwahnt, dass Ciamician eine Zeichnung des Funkenspectrums giebt und unrichtige Speculationen uber den Zusammenhang des Lithium-Spectrums mit anderen Spectren anstellt Man vergl im ubrigen Bd II, p 587

In den Arbeiten von Liveing und Dewar, welche nunmehr folgen, werden zahlreiche Mittheilungen uber die Umkehrungs- und Verbreiterungserscheinungen am Lithiumspectrum, im Bogen, Eisenrohr, Kalkofen, in explodirenden Gemischen und in Gegenwart anderer Substanzen gemacht Endlich werden die im Ultraviolett gelegenen Bogenlinien neu ausgemessen Liveing und Dewar finden bei diesen Untersuchungen die Wiederholung gleichartiger Linien im Lithiumspectrum und sie gelangen bereits dazu, die Bogenlinien zu Serien zusammenzufassen, die, wie durch die spateren Untersuchungen von Kayser und Runge erwiesen wird, im Wesentlichen das Richtige trafen In [46] wird die Absorption eines Gemisches von Na + K + Li beschrieben In [48] wird in gleicher Weise beschrieben, wie die rothe Linie sich umkehrt, wenn in einem erhitzten Eisenofen gleichzeitig NaCl, KCl und LiCl erhitzt werden In [49] wird der Kalkblock (vergl Bd I, p. 170) zur Untersuchung von Spectren verwendet Die Verf finden, dass λ 4604 sich umkehrt, wenn Aluminium zugefuhrt wird Ocular beobachten sie, dass auch die rothe Linie sich umkehrt, die grune dagegen nicht In [51] wird eine nicht zutreffende Beziehung zwischen verschiedenen Linien des Bogenspectrums aufgestellt Die Linien verschiedener Serien sind vermischt Man vergl Bd II p 497

Weiter werden in [58] einige neue Bogenlinien gemessen, die mit anderen Linien in eine harmonische Beziehung gesetzt werden. Den gleichen Gegenstand behandelt Dewar in [64]. Er lässt ausserdem einen electrischen Bogen in einem Magnesiablock brennen und findet stets die aus den Kohlen und aus der Magnesia herrührende rothe Li-Linie. Diese fällt nahezu mit der Calciumlinie 6101.9 zusammen, die allein in der Sonne gegenwärtig ist. In [66] und [68] messen Liveing und Dewar die weiter unten in der Tabelle wiedergegebenen Linien, sie finden, dass die Linien abwechselnd scharf und unscharf sind und ausserdem durch ihre Umkehrbarkeit als zusammengehörig gekennzeichnet werden. λ 4604 wird doppelt und leicht umkehrbar befunden. Man vergl. auch Bd. II. p. 502. In [67] beschreiben Liveing und Dewar die Umkehrung der ultravioletten Lithiumlinien gegen den continuirlichen Grund des Bogenspectrums selbst, man vergl. auch Bd. II. p. 357. In [69] wird gefunden, dass die Reihenfolge der Umkehrung der Linien zusammenfällt mit der Reihenfolge nach abnehmenden Wellenlängen. Weiter ergiebt die Untersuchung explodirender Gemenge [70] neben Linien im Roth, Orange etc. die Linie 4135, jedoch keine Linie von kürzerer Wellenlänge [73].

Wir sind damit in der Zeit vorausgeeilt und greifen wieder zurück, um nunmehr über die Arbeiten von Lockyer zu berichten. In denselben wird vor allem die Veränderlichkeit des Li-Spectrums untersucht, im Zusammenhang mit Lockyer's Theorie der Dissociation der Elemente und der basischen Linien. In [73] beschreibt Lockyer die Veränderungen im Li-Spectrum bei Verwendung von Bogen und Funken verschiedener Stärke, aus denen er auf eine Dissociation des Molecels schliesst. In [47] wird ausserdem ein Vergleich mit dem Sonnenspectrum angestellt und der Schluss gezogen, dass die blaue Li-Linie in der Sonne vorhanden sei. Kayser und Runge haben später gezeigt, dass Lockyer vermuthlich irrthümlich eine Eisenlinie mit der Li-Linie identificirt hat. In [50] bringt Lockyer eine Photographie des Bogenspectrums. In den Abhandlungen [52, 53, 55, 57, 62] benutzt Lockyer Funken durch Flammen, untersucht die Veränderungen der Linien und zieht Schlüsse auf die Dissociation des Lithiums, speciell auch in der Sonne. Man vergl. hierzu Bd. II, p. 267. Endlich wird in [77] das Spectrum in einer Sauerstoff-Leuchtgasflamme photographirt. — Abney [54] photographirt die ultrarothe Li-Linie bei 811, misst sie indess nicht. Er wiederholt zugleich Umkehrungsversuche mit dem Sonnenspectrum.

Colley [59] sieht die Metalllinien von Li, wenn ein Strom durch gelöstes LiCl geschickt wird. — Schuster [60] behandelt die Intensitätsänderungen von Li-Linien bei verschiedener Erregung. — Schonn [61] beobachtet ultraviolette Funkenlinien ohne zu messen. — Crookes [64] findet im Vacuum unter dem Einfluss von Kathodenstrahlen an Li-Carbonat die rothe, gelbe und blaue Linie. — Palmieri [68] behandelt den Nachweis von Li neben anderen Metallen. — Thalen [71] misst einige Linien. — In einer ersten Abhandlung beschreibt Fievez [72] auch für Li complicirte Umkehrungs- und Verbreite-

rungserscheinungen in einer Wasserstoffflamme. Aehnliche Aenderungen soll die rothe Linie erfahren, wenn man eine Flamme in ein Magnetfeld bringt. Sie soll sich verbreitern und umkehren. — In den Notizen von Bell [75] und Foehr [76] wird wieder der spectralanalytische Nachweis von Lithium behandelt. Man vergl. ds. Bd. p. 23. — Weiter vergleichen Hutchins und Holden [78] die Lithiumlinien im Bogen mit Sonnenlinien. Sie finden die rothe Li-Linie im Bogen als zweifache umgekehrte Linie und glauben, in der Sonne zwei correspondirende Linien finden zu konnen. — In [80] untersucht Ebert die rothe Lithium-Linie nach der Methode der hohen Interferenzen und findet, dass sich die Linie wesentlich durch die Vermehrung der Dampfdichte verbreitert und zwar starker nach langen Wellen hin.

Es folgt nunmehr die Abhandlung von Kayser und Runge [83], in der zum ersten Male das ganze damals zugangliche Bogenspectrum ausgemessen und in seinem gesetzmassigen Aufbau klargestellt wird. Sammtliche gemessene Linien lassen sich in den drei Serien unterbringen. Von Einzelheiten sei erwahnt, dass nur in einzelnen Fallen neben der Hauptlinie bei 4602 eine zweite schwache, umgekehrte Linie gefunden wurde, ferner, dass sich keine einzige der starkeren Li-Linien in der Sonne nachweisen liess. Weitere Angaben findet man in den Tabellen. Wir besprechen nun wieder die Arbeiten in zeitlicher Folge. Rydberg [85, 86, 94] behandelt den Bau des Spectrums, man vergl. Bd. II. p. 513. Rowland misst in [82] und [95] drei Li-Linien im Bogen. Er findet in [95] 1) λ 6708.070 (i = 75) bei wenig Material als enges Triplet, von dem die violette Componente am starksten ist. Die rothe Componente ist halb so stark. Zwischen beiden, doch naher an der rothen, liegt die dritte, sehr schwache Componente, 2) λ 6103.812 (i = 20) und 3) λ 4602.25 (i = 50R), starke Linie, mit einer zweiten Linie nahe an der violetten Seite und einer dritten weiter nach dem Violett zu. Ames [84] behandelt theoretische Beziehungen. Man vergl. Bd. II. p. 502. Michelson [87, 141] untersucht mit dem Interferometer die Breite der rothen Li-Linie bei verschiedenen Temperaturen, Drucken und Dichten. Man findet die Resultate fur die verschiedenen Linien in Bd. II. p. 320 und 345 wiedergegeben. Die Absorption des festen Metalls behandelt Newth [88], die des Dampfes Dudley [89]. Man vergl. hierzu Bd. III. p. 333. — Im Ultraroth misst Snow [90], er findet von 811 abwarts Linien, von denen diejenige bei 811 neu ist. Kayser und Runge [91] critisiren diese Messungen. Hierzu aussert sich Snow [96]. — Pringsheim [94] untersucht Li-Salze in einem Ofen und kommt zum Schlusse, dass Reductionsvorgange das Auftreten der Li-Linien bedingen. Man vergl. hierzu Bd. II. p. 152. — Ravin [93] und Bonnaire [100] bearbeiten wieder den spectralanalytischen Nachweis des Li. Letzterer findet dabei, dass Spuren von Chloroform in einer Flamme die Empfindlichkeit der Reaction ausserordentlich herabsetzen. Auch die Abhandlungen von Hartley [99] sowie von Vogel [101] behandeln den spectralanalytischen Nachweis von Li mittels einer Sauerstoff-Wasserstoff- oder Sauerstoff-Leuchtgasflamme. — In einer weiteren Untersuchung [102] photo-

graphirt Hartley das Spectrum des Li in einer H-O-Flamme und findet nur Linien, kein continuirliches Spectrum. — Gleichfalls mit dem Flammenspectrum beschaftigen sich Cochain [97], sowie Eder und Valenta [98] Cochain findet einige bereits aus dem Bogen bekannte Linien im Ultraviolett Eder und Valenta [98] finden im Bunsenbrenner bei 24 stundiger Exposition ein schwaches continuirliches Spectrum sowie ausser der rothen und gelben Linie die beiden Linien λ 4602 sowie λ 3233 — Lewis [104] und Ferry [103] messen die von Snow gefundene ultrarothe Linie neu — Demarçay [105] bemerkt in seinem Atlas nur, dass er im Funken noch bei einer Verdunnung von 1/50000000 mit Li Cl die rothe Linie erhalte — Baldwin [106] findet, dass die Linien des Li im Bogen vorzugsweise an der Kathode auftreten, und dass Lithiumdampf die im reinen Bogen am positiven Pol auftretenden Linien anderer Metalle stark schwacht Aehnliche Bemerkungen macht spater Foley [117] — In das Gebiet der Spectralanalyse fallen wieder die Arbeiten von Lundstrom [107], de Gramont [108] und Hartley [117] Lundstrom untersucht die Bessemerflamme, ebenso Hartley, der stets die Linien λ 6707 sowie λ 4132 findet De Gramont untersucht Mineralien mittels des Funkens nach geschmolzenen Salzen Man vergl ds Bd p 17 Genauere Angaben fur Lithium findet man in [111 a] Gramont giebt sechs Linien, darunter die sonst nur im Bogen gefundene Linie 4273 — Die sich zeitlich anschliessenden Arbeiten von Rummel [112, 120] und Schuster [113] behandeln wieder den Bau des Spectrums Man vergl dazu Bd II p 557 — In verschiedenen Arbeiten misst Humphreys [114] die Druckverschiebung an den Linien λ 6708, λ 6103, λ 4972, λ 3233 Sie ist im Mittel gleich 85 Tausendstel A pro 12 Atm und auf die Wellenlange 4000 bezogen [122] — Die erste Untersuchung des Zeeman Effectes an Li-Linien fuhrt Michelson mit seinem Interferometer aus [115, 128, 130] Er findet eine Verbreiterung der Linie λ 6708, deren Realitat jedoch bezweifelt worden ist

Weitere Arbeiten von Hartley, Ramage [118, 124] und de Gramont [121, 123, 126] behandeln wieder den spectralanalytischen Nachweis von Li — Exner und Haschek messen einige Funkenlinien [119] Genauer wird der Funke zwischen Metallelectroden in einer Wasserstoffatmosphare von Eder und Valenta [127] untersucht Im Gegensatz zu den anderen Alcalien finden sich jedoch keine Linien, die nicht im Bogen enthalten waren — Smithells untersucht in [109] in ahnlicher Weise wie fruher Mitscherlich den Einfluss von Beimengungen zu einer Flamme auf das Spectrum und in [125] zusammen mit Dawson und Wilson den Zusammenhang zwischen Ionisation und dem Leuchten des Li-Dampfes in der Flamme Das Resultat ist, dass die Ionisation in der Flamme nichts mit dem Leuchten des Li-Dampfes zu thun hat Ueber diesen Punkt sind spater noch zahlreiche Untersuchungen angestellt worden, die wir jedoch hier ubergehen, da sie fur Li keine speciellen Resultate ergaben — In [131], [132] und [148] geben Fabry und Perot eine Messung der rothen Li-Linie in der Flamme relativ zur rothen

Cadmiumlinie von Michelson und Bênoit. Sie finden $\lambda = 6707{,}846$. — Die Arbeit von Friedlander [133] bringt nichts Neues. — H. Lehmann misst in [134] an Photographie die Linie 812 angenähert, später [136] genauer. — Die Abhandlungen von Sutherland [135] und Lindemann [139] sind ausschliesslich theoretischen Inhaltes. — Es folgt wieder eine Reihe von Arbeiten von Hartley und Ramage [137, 144, 146, 147], in denen Li spectralanalytisch nachgewiesen wird. Die Einzelheiten über das Vorkommen und den Nachweis von Li in Mineralien, Staub verschiedener Herkunft und Meteoriten haben mehr chemisches Interesse. Dem Spectrum des Li selbst ist in weiteren Abhandlungen von Ramage [138] und Hartley [140] eine genauere Untersuchung gewidmet. In [138] vergleicht Ramage das Spectrum des Li in einer H-O Flamme mit den Spectren der anderen Alcalien. In [140] bringen Ramage und Hartley das Spectrum des Nitrates in der Flamme. Ueber neuere Arbeiten der beiden Autoren siehe weiter unten. — Schuler bestimmt die Empfindlichkeit im Funken und in der Flamme [141]. Seine Zahlen sind in der Tabelle wiedergegeben. — Exner und Haschek [141] messen das Funkenspectrum von Li Cl auf Gaskohle unterhalb 4600. — Runge und Paschen [145] versuchen vergebens, an den unscharfen Linien den Zeeman-Effect zu messen. — Lenard [143] misst die Wanderungsgeschwindigkeit der leuchtenden Lithiumtheilchen in einer Flamme und schliesst, dass die Träger der Emission positiv geladen seien. — Hagenbach untersucht [149] das Li-Spectrum in der Flamme und im Bogen unter vermindertem Druck. In der Flamme findet sich stets die Linie einfach. Im Bogen unter vermindertem Drucke zeigen sich je nach der Menge des verdampften Salzes complicirte Umkehrungen. λ 6708 erschien stets einfach. Die übrigen Linien waren entweder einfach oder konnten infolge von Nebenumständen nicht untersucht werden. Nur die Linie 4602 macht eine Ausnahme. Die beobachteten Umkehrungen deutet Hagenbach so, dass zwei Linien von den Wellenlängen λ 4603,04 und 4602,00 vorhanden sind. Ausserdem findet Hagenbach eine neue Li-Linie bei 4636, die sich nicht in den Serien unterbringen lässt. — Konen und Hagenbach [150] finden zu dieser Linie noch drei weitere Linien im Bogen hinzu und zeigen, dass man die vier Linien zu einer Art von Nebenserie zusammenfassen kann, die ungefähr an der gleichen Stelle ausläuft wie die beiden bekannten Nebenserien. Gegen die Auffassung von Hagenbach wendet sich Ramage [153]. Er misst in der O-H-Flamme ein Spectrum von der gleichen Zusammensetzung wie das Bogenspectrum. Ferner untersucht er die Li-Linien in Bogenflammen verschiedener Art und im Funken. Auch er beobachtet complicirte Umkehrungen. Er schliesst, dass die Linien der Hauptserie des Li sich normal verbreitern und umkehren, die Linien der zweiten Nebenserie kehren sich nicht um. Die der ersten zeigen abnormes Verhalten, sind jedoch nicht doppelt.

Von Bolton [151] lässt, ähnlich wie Colley, ziemlich starke Ströme durch einen Electrolyten gehen und findet, wenn Li gelöst ist, an der Anode

eine Leuchterscheinung, die das Linienspectrum zeigt — Ritz [152] sowie Fowler und Shaw stellen neue Serienformeln auf — Langenbach misst photometrisch [157] das Intensitatsverhaltniss einiger Li-Linien in einer Vacuumrohre und findet schnelleres Anwachsen der Glieder einer Serie mit abnehmender Wellenlange, ahnlich wie bei der Emission schwarzer Korper — Lenard [156] untersucht die Vertheilung der Li-Emission in einem Bogen Er findet Hohlflammen, die immer nur eine Serie des Spectrums aussenden sollen Das Resultat ist an anderen Metallen nicht bestatigt worden — In [159] gibt Lehmann an, dass er vergebens nach ultrarothen Flammenlinien im Bunsenbrenner gesucht habe — Watteville untersucht in [155] [163] und [166] das Spectrum von Li in einem Bunsenbrenner Er findet bei langen Expositionszeiten fast das ganze Bogenspectrum und zwar mit verschiedener Intensitat in dem Conus und in der Flamme Auch reichen die verschiedenen Linien verschieden hoch in den Flammen hinauf Fur Einzelheiten vergleiche man die folgenden Tabellen Im ganzen findet Watteville im Bunsenbrenner 11 Linien — In [159] sowie [170] findet Puccianti als erster anomale Dispersion an der rothen Li-Linie einer Flamme — Ramage [160] beschreibt die Vertheilung der Emission der rothen und gelben Li-Linie in einem Funken, der zwischen einer Platinspitze und einem Tropfen geschmolzenen Carbonates uberspringt — Exner und Haschek messen die Bogenlinien unterhalb 4600 — Hartley [162] beschreibt den Nachweis von Li-Salzen mittels der O-H-Flamme — Morse [164] findet einige Linien im Wehneltunterbrecher, wenn Kohleelectroden in eine Chloridlosung tauchen Der Vergleich mit den Intensitaten im Bogen und im Funken zeigt, dass das Spectrum im Wehneltunterbrecher nahezu demjenigen des Funkens gleich ist — Saunders [165] bringt eine sehr sorgfaltige Neumessung einiger Linien des Bogenspectrums, speciell der von Konen und Hagenbach gefundenen Serie.

Coblentz findet weder in [167] noch in den spateren Publicationen [171] ultrarothe Linien des Li — Hagenbach und Konen [169] bringen in ihrem Atlas Photographieen des Bogen-, Funken- und Flammenspectrums, wobei das zweite mittels Funken zwischen Metallelectroden in Wasserstoffatmosphare erhalten wird — In [168] untersucht Lenard das farbige Gluhen verschiedener Li-Salze in der Flamme und findet, das Li_2O, Li_2CO_3, Li_2SO_4, LiF, ferner das Borat blaulich gluhen LiCl, LiBr und LiJ bleiben in der Flamme dunkel An der rothen Linie beobachtet Lenard eine sich unter Umstanden durch das ganze sichtbare Spectrum erstreckende „Hofbildung", ferner, beginnend bei etwa 470, ein continuirliches Spectrum, wenn LiBr und Li_2CO_3 in der Bunsenflamme verdampft wurden In der Knallgasflamme behalt der continuirliche Grund seine Lage Fur die Versuche uber die Vertheilung der Emission der Haupt- und Nebenserien auf die verschiedenen Regionen der Bunsenflamme und des Bogens, sowie uber das Stromen der leuchtenden Dampfe in Bogen und Flammen und seine Beeinflussung durch electrische Krafte sei auf das Original verwiesen, ebenso fur die theoretischen

Ausführungen Lenard's, der die Hauptserie den ungeladenen Atomen, die Nebenserien den geladenen Atomen zuschreibt. Man vergl. hierzu die Bemerkungen bei Kalium, p. 62 ds. Bds.

Die Arbeit von Mogendorff [172] prüft eine neue Serienformel am Lithiumspectrum. — Lord Blythwood und Scoble [173] veröffentlichen eine Photographie des Bogenspectrums, auf der die ultrarothe Linie bei λ 811 schon zu sehen ist. — In einer Reihe von Arbeiten beschäftigt sich Fredenhagen im Anschluss an die Untersuchungen von Mitscherlich, Diacon und Sutherland mit der Frage des Ursprungs des Li-Spectrums. In [174, 183] findet Fredenhagen erneut, dass eine Kohlenoxyd-Sauerstoffflamme das gleiche Spectrum liefert wie eine Bunsenflamme, ferner, dass in einer Chlorwasserstoffflamme kein Spectrum des Lithiums zu sehen ist. In Vacuumröhren erhält Fredenhagen kein Spectrum des Metalls [192]. Wird in einen getheilten Bunsenbrenner ein Gemisch eines Kupfersalzes mit einem Li-Salz eingestaubt, so färbt Li den inneren Kegel, Cu den äusseren Mantel [178a]. In den genannten und weiteren Arbeiten [180] vertritt Fredenhagen die von der üblichen Anschauung abweichende Ansicht, dass das Linienspectrum des Li nicht dem Metall, sondern dem Oxydationsprocess Li $\rightleftarrows$ O zukomme. — In Anodenstrahlen beobachteten Gehrcke und Reichenheim die Linien von Li, wenn die Anode mit LiCl oder Li_2CO_3 + anderen Salzen gestopft war. Das Spectrum soll dem Spectrum in einer Bunsenflamme gleichen. Wenn LiJ mit Graphitpulver gemengt in die Anode gebracht wurde, trat an der rothen Linie der Dopplereffect auf, dessen Grösse Gehrcke und Reichenheim messen [175, 189, 195]. — Zonta [177] beobachtet den Funken mit Hilfe des Auerschen Funkenapparates (vergl. Bd. I p. 183).

Nutting [178] findet alle Li-Linien unscharf, die orange Linie 3fach oder 5fach auf continuirlichem Grunde, die rothe und die blaue diffus verbreitert (?). — Bergmann [179] untersucht auf phosphorographischem Wege das ultrarothe Bogenspectrum und findet zwei neue Linien.

In [181] untersucht Hartley aufs neue das Spectrum des Li in einer Wasserstoff-Sauerstoffflamme. Er findet unter Anwendung verschiedener Salze neben den dem Bogenspectrum entsprechenden Linien ein continuirliches Spectrum zwischen den Grenzen 4600 und 3200, das zwischen λ 3610 und λ 4677 aus einer grossen Zahl schwacher Linien und enger Banden besteht, die Hartley dem Metall selbst zuschreibt. In der CO Flamme werden die gleichen Linien und Banden gefunden. In einer weiteren Abhandlung [199] verwendet Hartley verschieden concentrirte Lösungen des Nitrats, um die HO-Flamme zu speisen. Er findet, dass die Linie λ 4603 die empfindlichste ist. In [193] bemerkt Hartley, dass Li als Verunreinigung des von ihm als Träger von Substanzen empfohlenen Cyanit auftritt. — Geiger [182] untersucht in Absorption an der rothen Linie des Flammenspectrums die magnetische Drehung. Die Linie wird in der Richtung der Kraftlinien in ein Dublet zerlegt. — Exner und Haschek [184] untersuchen mit einem Stufengitter

Bogenlinien — Pollock [185] giebt in seiner Liste Linien zu analytischen Zwecken, ebenso wie de Gramont, der als raie ultime, Restlinie, die Linie λ 4602.5 findet und zwar in allen Lichtquellen [187] — Schön [186] findet an λ 6708 anomale Dispersion. Wegen der Berechnungen der Messungen vergl. [202, 197, 203] — Aehnliche Beobachtungen machen Geisler [206], der an λ 6708, λ 6104 und λ 4602 anomale Dispersion findet, und Bevan [207], der λ 6708 in einem Absorptionsrohr untersucht. — Auerbach [188] untersucht verschiedene Lichtquellen. Er findet in dem Bunsenbrenner nur die Linie λ 6708, im Leuchtgas-Luftgebläse dazu λ 6104 und λ 4202, im Leuchtgas-Sauerstoff-Gebläse dazu noch die Linien λ 4132, λ 3233, λ 2741. — Humphreys [190] misst die Druckverschiebung. — Goldstein [191, 201] bringt Li-Salze in eine Vacuumröhre und findet im Entladungsfaden fünf Linien, die jedoch nicht gemessen werden. — Die Mittheilung von Riecke [201] ist rein theoretischer Natur. — In [194] stellt Ritz ein neues Combinationsprincip zur Berechnung von Linien auf und wendet es auf das Lithiumspectrum an. Es zeigt sich, dass sich alle bekannten Linien, auch die neuen Linien Paschen's, aus dem Princip ableiten bezw. vorhersagen lassen. Wegen Einzelheiten vergleiche man die Anmerkungen zu den folgenden Tabellen. — Carlheim-Gyllensköld und Trowbridge untersuchen, ähnlich wie früher Crookes, das Leuchten von Lithiumsalzen unter dem Einfluss von Kathoden- bezw. Kanalstrahlen. Carlheim-Gyllensköld [196] findet in Kathodenstrahlen ein continuirliches Spectrum im Blau an verschiedenen Salzen, am Chlorid ausserdem die Linien 6705, λ 6102, λ 4972, λ 4603, nicht die Linien λ 4273 und λ 4133. Andere Salze geben die Linien mit geringerer Intensität. Es werden zugleich Intensitätsschätzungen zur Bestimmung der Temperatur des Leuchtens vorgenommen. In Kanalstrahlen tritt nur ein continuirliches Spectrum im Blau auf. — Das Entgegengesetzte findet Trowbridge [205]. Nach ihm zeigt das Licht des Chlorids unter dem Einfluss der Kanalstrahlen die rothe Linie, Kathodenstrahlen erzeugen eine continuirliche Phosphorescenz.

In der Untersuchung von Paschen [198] werden eine Reihe Linien im Ultraroth des Bogens entdeckt und mit einer die früheren Messungen weit übertreffenden Genauigkeit gemessen.

Endlich machen Eder und Valenta [209] einige Bemerkungen über die Verbreitung der Li-Linien. — Hartmann rechnet die rothe Li-Linie in das von ihm als definitives Rowlandsches System bezeichnete Normalensystem auf den Werth 6708.093 um, indem er den Werth von Fabry und Perot benutzt [208].

I. Linienspectrum.

Das Linienspectrum des Lithiums kann erhalten werden in Flammen, Bogen, Funken, in Vacuumröhren, sowie in Kathoden-, Kanal- und Anodenstrahlen. Im Gegensatze zu den anderen Alcalien sind die Unterschiede bei verschiedener Herstellungsweise der Spectra nur quantitativer Art. Linien, die characteristisch wären für den Funken oder Bogen, sind nicht beschrieben worden.

Flammen.

In Flammen erhält man je nach der Temperatur und der Stelle in der Flamme verschieden entwickelte Spectra. Vielfach wird angegeben, dass im Bunsenbrenner nur die rothe Linie sichtbar sei, doch haben schon Kirchhoff und Bunsen nachgewiesen, dass auch die Linie im Orange sichtbar sein kann. Bei photographischer Untersuchung findet man fast das vollständige Spectrum des Bogens. Ausser im Bunsenbrenner erhält man das Linienspectrum in allen Flammen verbrennender Kohlenwasserstoffe, in verbrennendem Wasserstoff, Kohlenoxyd, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, Cyan, in explodirenden Gasen oder Gemischen, denen Li-Salze als Staub oder als reagirender Bestandtheil beigemengt sind. In einer HCl-Flamme sowie in HFl-Flamme fehlt das Spectrum. Beimengungen von Haloiden zu Flammen oder von Chloroform schwächen das Spectrum. Sauerstoffreactionen begünstigen es.

Flamme

Auerbach (188)		Watteville (166)	Conus	Flamme	Eder u. Valenta (98)		Lecoq (38)	Kirchhoff u. Bunsen (5)
6708.4	1	6708	10	10	6708	10	6706	6708
		6103	5	3	6103	3	6102	6101
		4972	3	—	—			
		4602	10	3	4602.4	2		
		4273	3	—	—			
		4132	6	5	—			
		3915	3	2	—			
		3794	2	—	—			
		3232	8	8	3232.4	4		
		2741	3	1				
		2362	1	—				
					dazu continuirliches Spectrum			

Ueber die Brauchbarkeit der verschiedenen Salze zum spectralanalytischen Nachweis vergl. ds. Band p. 18.

Bei ocularer Beobachtung ist, wie schon Kirchhoff und Bunsen gefunden haben, die rothe Linie die empfindlichste Probe. Schuler [141] giebt die folgenden Zahlen für den Milligrammbruchtheil des Metalls oder eines Salzes, der sich bei den von ihm eingehaltenen Bedingungen nachweisen liess:

Metall	Chlorid	Bromid	Jodid	Nitrat	Sulfat
1/4000000	1/800000	1/600000	1/500000	1/500000	1/400000

Bei photographischer Beobachtung ist die Linie λ 4602 die empfindlichste und wird daher von de Gramont als Restlinie bezeichnet. Geht man zu Flammen mit höherer Temperatur über, so steigt die Zahl der in

der gleichen Expositionszeit nachzuweisenden Linien, bis man schliesslich bei einem dem Bogenspectrum analogen Spectrum anlangt.

In den Flammen ist die Vertheilung der Emission verschieden. In dem äusseren Saum einer Bunsenflamme findet man nur die stärksten Linien der Hauptserie. Der innere Mantel der Flamme zeigt ein sehr vollständiges Spectrum. In der vorstehenden Tabelle sind Linien der Bunsenflamme zusammengestellt.

Neben den Linien finden einige Beobachter ein schwaches continuirliches Spectrum im Blau, das Hartley in der Gebläseflamme in eine grosse Anzahl von Linien und engen Banden aufgelöst hat. Nach Gouy soll die Lithiumflamme in dem Bereiche dieses Spectrums nichts absorbiren. Endlich giebt Lenard an, einen „Hof" der Hauptserienlinien gefunden zu haben, der sich über einen grossen Theil des Spectrums erstreckt. Die Deutung dieser Angabe erscheint zweifelhaft.

Die Intensität der Lithiumlinien in der Flamme hängt von der Menge des Dampfes und von der Schichtdicke ab. Mit zunehmender Salzmenge verbreitern sich zugleich die Linien. Die Absorption in den Flammenlinien ist von Gouy gemessen [56], sie ist von ähnlicher Grösse wie beim Kalium. Dass sich die rothe Flammenlinie leicht umkehren lässt, hat schon Kirchhoff beobachtet.

Die Flammenlinien des Li besitzen endlich die Fähigkeit, anomale Dispersion hervorzurufen, die Polarisationsebene im Magnetfelde zu drehen und im Magnetfelde zerlegt zu werden.

Die Intensität des Leuchtens des Li in einer HO-Flamme macht diese besonders geeignet zur Untersuchung von Mineralien. Methoden hierzu sind von Hartley, Ramage und Lockyer ausgearbeitet worden. Da ferner in der gleichen Flamme die Linien des Li schärfer werden als im Bogen bei gewöhnlichem Druck, so eignet sich das Spectrum in der HO-Flamme besonders auch zur Messung der Wellenlängen.

Von der Natur der Strahlung des Lithiums in der Flamme lässt sich das gleiche sagen wie vom Kalium, auf das daher verwiesen sei (p. 629).

Bogenspectrum.

Die Hauptlinien des Li erscheinen in jedem Kohlebogen durch die Verunreinigungen der Kohle, das ganze Spectrum, wenn Metall oder ein Salz in den Bogen gebracht wird. Sein Auftreten ist mit einer Schwächung der Kohlebanden, sowie der Linien anderer, gleichzeitig im Bogen anwesender Metalle verbunden. Im Ultraroth tritt, wie bei den anderen Alcalien, eine Serie von Linien auf, die in der Flamme zu fehlen scheinen.

Im Sichtbaren und Ultraviolett sind die Glieder der Hauptserie und ersten Nebenserie meist selbstumgekehrt, die der zweiten Nebenserie unscharf nach Roth und nicht umgekehrt. Die Glieder höherer Ordnung sind schwer

zu beobachten, da sie in die Cyanbanden hineinfallen Man vergl fur das Aussehen von Li-Linien Tafel II in Band II, Fig 5, dazu p. 365, Bd II

Auch im Bogenspectrum lassen sich Absorption und anomale Dispersion an Linien der Haupt- und Nebenserien nachweisen

Fur Li behauptet Lenard eine verschiedene Vertheilung der Serien auf verschiedene Theile des Bogens Es sei auf die Ausfuhrungen bei Kalium verwiesen, die auch fur Li zutreffen (p 630)

Funkenspectrum.

Das Funkenspectrum des Li steht an Empfindlichkeit der Reaction dem Flammenspectrum nicht nach Schuler [141] giebt die folgenden Werthe fur Milligrammbruchtheile des Metalls, die er bei den speciellen von ihm benutzten Apparaten noch nachweisen konnte, bezogen auf oculare Beobachtung an der Linie λ 6708

Metall	Bromid	Jodid	Nitrat	Sulfat
1/40 000 000	1/20 000 000	1/20 000 000	1/20 000 000	1/10 000 000

Bei photographischer Beobachtung ist wieder die blaue Linie λ 4602 die empfindlichste

Auch bei Li erhalt man das vollstandige Funkenspectrum am besten bei Anwendung von Metallelectroden in einer Wasserstoffatmosphare Doch unterscheiden sich die Linien des Funkens nicht von denjenigen des Bogens Das Verfahren leistet beim Li weniger als bei den anderen Alcalien

Ein weiteres Verfahren, das Funkenspectrum zu erhalten, besteht darin, dass man nicht condensirte (Lecoq) oder condensirte (de Gramont) Entladungen nach geschmolzenen Salzen oder Mineralien uberschlagen lasst Das von Goldstein in Vacuumrohren erhaltene Spectrum durfte mit dem Funkenspectrum identisch sein

Die Spectra in Kathoden- oder Kanalstrahlen, sowie in Anodenstrahlen sind noch nicht genauer untersucht Bei der Electrolyse von Li-Losungen oder im Wehneltunterbrecher tritt ein Linienspectrum auf, das mit dem Funkenspectrum identisch zu sein scheint Das gleiche gilt von Funken, die mit Hilfe des Auerschen Apparates erzeugt werden (Bd I p 183) Enhanced Lines scheinen nicht zu existiren

Allgemeines.

Der gesetzmassige Bau des Lithiumspectrums ist bereits in Bd II p. 517—520 ausfuhrlich besprochen worden Es seien daher nur einige Bemerkungen mit Rucksicht auf die seit 1900 erschienene Literatur hinzugefugt Im sichtbaren Theil des Spectrums haben Konen und Hagenbach eine neue Serie von Linien gefunden, die einer Nebenserie entspricht und an derselben Stelle wie die Nebenserien auslauft Im Ultraroth haben Bergmann und Paschen eine neue Serie entdeckt, ausserdem weitere Linien Alle diese Linien werden in Zusammenhang gebracht mit den durch Kayser und Runge gemessenen und geordneten Linien durch das Combinationsprincip von Ritz, das sammtliche Linien mit Ausnahme zweier von Paschen gemessenen umfasst

Die Frage, ob die Linien der Li-Serien Dublets seien, ist wiederholt untersucht worden. Die älteren Notizen von Liveing und Dewar, sowie von Kayser und Runge sind bereits in Bd. II berücksichtigt. Seitdem haben Hagenbach, Ramage und Saunders die gleiche Frage behandelt, sind aber nicht zu übereinstimmenden Resultaten gelangt. Die meiste Wahrscheinlichkeit hat für sich die von Saunders, übrigens auch schon von Kayser und Runge vertretene Ansicht, dass die Linie 4602 einen Begleiter besitzt. Dieser Begleiter lässt sich aus den Ritzschen Formeln ableiten. Die Wellenlänge, die man so erhält, stimmt gut mit den Messungen von Hagenbach und von Saunders überein.

Die Umkehrungserscheinungen sind an den Linien des Li vielfach untersucht worden und unter Umständen sehr complicirt. Infolge der Unschärfe der Linien ist es Runge und Paschen nicht gelungen, den Zeeman-Effect an ihnen nachzuweisen. Michelson hat Verbreiterungen im Magnetfelde gefunden, von denen jedoch zweifelhaft ist, ob sie als Zeeman-Effect aufgefasst werden können. Endlich ist an einer Linie des Flammenspectrums der inverse longitudinale Zeeman-Effect gemessen worden. Die Druckverschiebung ist für mehrere Linien verschiedener Serien gemessen worden, ebenso die anomale Dispersion, Absorption und der Dopplereffect.

Ueber das Vorkommen von Li-Linien in der Sonne sind zahlreiche Untersuchungen gemacht worden. Trotz wiederholter Angabe, dass sich Li-Linien, z. B. λ 4602 in der Sonne finden, muss man jedoch sagen, dass ein einwandfreier Beweis dafür nicht geglückt ist. Dies ist bemerkenswerth, da sich in allen Massen kosmischen Ursprungs Li, wenn auch in geringer Menge, spectroscopisch hat nachweisen lassen.

In verschiedenen Lichtquellen ändert sich die relative Intensität der einzelnen Li-Linien. Es ist wahrscheinlich, dass dabei innerhalb der einzelnen Serien eine Verschiebung des Maximums nach kürzeren Wellen stattfindet, das dem Wandern des Maximums im Spectrum eines schwarzen Körpers analog ist und mit anderen Gründen dafür spricht, dass die Temperatur bei der Erzeugung des Li-Spectrums entscheidend ist.

	Paschen (198) Bogen		Bergmann (179) Bogen		Lehmann (136) Bogen		Lewis (104) Bogen		Snow [10] (90) Bogen	Saunders [11] (165) Bogen	
	26890.5	5									1)
	26875.3	15									2)
	23990.8	20									3)
	18697.0	50									4)
	17551.6	20									5)
	13566.4	15									3)
	12782.2	20	12810	2 u							6)
	12232.4	8	12350	2 u							7)
II N 2.5	8127.1	500			8127.34	1	8126.8	40	8110	8127.0	8) 9)

	Kayser u Runge (83) Bogen	Liveing u Dewar (66) Bogen	Konen u Hagenb (150) 11) Bogen	Exner u Haschek (161) Bogen	Hagenbach 11) (149) Bogen	Saunders 11) (165) Bogen	Eder u Valenta (127) Funke	Exner u Haschek (142) Funke	Thalén (29) Funke	de Gramont (111 a) Funke	Ramage 17) (153) Flamme	
H 3	6708 2 10R						6708 10		6706 7	6706 10	6708 10	21) 22) 23) 24, 25) 28) 29) 30) 31)
III N 3	14) —		6240 8			6240 3	—		—	—	—	14) [32) 39) 40) 44)
I N 3	6103 77 10R		—			—	6103 10		6102 2	6103 10	6103 84 9	19) 21) 22) 23) 26) 28) 33) 41) 43)
II N 4	4972 11 7u r		—			—	4972 4		4971 2	4972 5	4971 98 2	21) 22) 28) 34) 44) [44)
III N 4	—		4636 04		4636 14	4636 3	—		—	—	—	14)
I N 4	4602 37 9R		—	4603 17 100	4603 04	4603 2	4602 46 10u r	4602 50 30u	4602 2	4603 8u	4603 07 7	13) 15) 18) 20) 21)-2) 23) 27) 35)
	—		—	02 20 100	02 00	01 6	—	—	—	—	—	13) [40) 42) 43) 44)
II N 5	4273 44 5u r		—	4273 55 5		—	4273 52 4u r	4273 50 2	4273 3	4273 5	4273 34 1	36)
III N 5	—		4149 1	—		4148 2	—	—		—	—	14)
I N 5	4132 44 8d		—	4132 3 5			4132 57 6u	4132 6 2		4132 5u	4132 93 5	37)
	—		—	—			—	31 05 1			—	16)
II N 6	3985 94 3u r	3984 5	—	3986 2 1			3985 90 1u r	—			3985 86 1	
III N 6	—	—	3924	—			—	3921 8 1			—	14)
I N 6	3915 2 6d	3913 5		3915 2			—	15 1			15 59 3	
	—	—		-			—	3861 62 2			—	16)
II N 7	3838 3 1u r	3838		-			—	—			—	12)
I N 7	3794 9 5d	3799 0		3794 1			—	—			3795 18 2	
I N 8	3718 9 3d	—		—			—	—			3719 1	
I N 9	3670.6 1d	—		—			—	—			—	
H 4	3232 77 8R	3232 2		3232 83 50u			3232 798 8	3232 80 3u r			3232 82 4	28) 38)
H 5	2741 39 6R	2741 0		2741 37 10u			2741 57 2	2741 32 2u r			2741 43 1	
H 6	2562 60 5R	2561 5										
H 7	2475 13 4R	—										
H 8	25 55 3R	—										
H 9	2394 54 1R	2397 5										
H 10		2373 9										
H 11		59 4										

Anmerkungen siehe Seite 692 u 693

Anmerkungen zur Tabelle auf Seite 691

1) In der Nahe der Kathode i = 20

2) Nach Ritz (3, p, π) — (2 5, s, σ)

3) Noch nicht von Ritz eingeordnet

4) m = 4 in der Ritzschen Serie (3, d, δ) — (m, p_1—p_2, π_1—π_2)

5) m = 4 in der Ritzschen Serie (3, p, π) — (m, d, δ)

6) m = 5 in der Ritzschen Serie (3, d, δ) — (m, p_1—p_2, π_1—π_2)

7) m = 5 in der Ritzschen Serie (3, p, π) — (m, d, δ)

8) Schon von Abney [54] photographirt, aber nicht gemessen

9) Von Lehmann [158] vergebens in Flamme gesucht

10) Von Snow's Messungen [90] ist nur die eine von ihm zuerst gemessene Linie angefuhrt

11) Von Konen, Hagenbach und Saunders sind nur einzelne Linien gemessen worden

12) Der Werth 3838 ist fur Liveing und Dewar aus [58] entnommen, statt der Angabe 3862 3 in [66]

13) Von Liveing und Dewar [66] in frisch gefulltem Bogen doppelt gesehen, und zwar mit einer Componente auf der Seite der kurzeren Wellen Kayser und Runge [83] erhalten in Ausnahmefallen eine schwache Umkehrung bei 4603 13, halten sie aber fur eine Umkehrung einer Eisenlinie Hagenbach giebt [149] zwei Linien, die den Abstand 1 04 A haben Ramage [153] erklart dies fur die Wirkung verschiedener Theile des Bogens Saunders [165] dagegen schliesst wie Hagenbach auf eine Doppellinie mit den in der Tabelle gegebenen Wellenlangen, halt jedoch die Linie nicht fur ein Dublet im Sinne der Dublets der ubrigen Alcalien Vielmehr soll die nach der Seite der kurzeren Wellen gelegene Linie dem dem Paare n = 4 der ersten Nebenserie naheliegenden Paare 5675/70 des Natriumspectrums entsprechen Nach Ritz [194] gehort die erste Linie des Paares bei 4603 der ersten Nebenserie an, die zweite entspricht (2, p_1, π_1) — (m, p_1—p_2, π_1—π_2), fur m = 4 erhalt man 4601 3

14) Die von Konen und Hagenbach [150] gefundene Serie ist der Kurze halber als dritte Nebenserie bezeichnet Nach Ritz [194] ist sie durch das Symbol (2, p, π) — (m, p, π) fur m = 3, 4, 5, 6 gekennzeichnet

15) Nach Exner und Haschek [161] doppelt, rothe Componente stärker

16) Fraglich, ob zu Li gehorend

17) Die Zahlen von Ramage weichen erheblich von den Messungen von Kayser und Runge ab Ramage halt seine Werthe jedoch für genauer, da die Linien in der Flamme scharfer sind

18) Umkehrungserscheinungen von Liveing und Dewar [66], Kayser und Runge [85], Hagenbach [149], Ramage [153], Exner und Haschek [184], und Saunders [165] untersucht

19) Umkehrungserscheinungen untersucht u a von Ramage [153]

20) Zuerst von Frankland [7] und Tyndall [8] gesehen

21) Schon von Huggins im Funken gemessen

22) Von Lecoq in Funken nach Lösungen gefunden [38]

23) Von Crookes [63] bei Phosphorescenz von Li_2CO_3 gesehen

24) Verbreiterung von Gouy [56], Ebert [80], Michelson [87, 111] gemessen

25) Nach Rowland [95] 6708 070 i = 75, dreifach, vergl ds Bd p 681

26) Nach Rowland [95] 6103 812 i = 20 Vergl ds Bd p 681

27) Nach Rowland [95] 4602 25 i = 50 R Vergl ds Bd p 681

28) Von Humphreys [114] Druckverschiebung gemessen

29) Zeeman-Effect gefunden [115, 128, 130, 182], wird in Dublet zerlegt

30) Nach Fabry und Pérot [131], bezogen auf die Normale von Michelson und Bênoit, 6707 846 Im Hartmannschen System [208] 6708 093

31) Anomale Dispersion nachgewiesen [159] [170] [186] [206] [207]

32) Nach Morse [164] im Funken i = 1, Wehneltunterbrecher i = 5

33) Nach Morse [164] im Funken i = 10, Wehneltunterbrecher i = 30

34) Nach Morse [164] im Funken i = 40, Wehneltunterbrecher i = 15

Bandenspectrum.

Genaueres uber das Bandenspectrum des Li ist nicht bekannt In der H-O-Flamme tritt nach Hartley ein aus Banden und Linien bestehendes Spectrum auf, das von Hartley dem Metall zugeschrieben wird, aber noch nicht naher untersucht ist. Ebensowenig sind Verbindungsspectra bekannt

---

35) Nach Morse [164] im Funken $i = 100$, Wehneltunterbrecher $i = 100$

36) Nach Morse [164] im Funken $i = 5$, Wehneltunterbrecher $i = 5$

37) Nach Morse [164] im Funken $i = 15$, Wehneltunterbrecher $i = 10$

38) Nach Morse [164] im Funken $i = 6$, Wehneltunterbrecher $i = 2$

39) Dopplereffect gemessen [189, 195]

40) Nach Nutting [178] einfach, diffus

41) Nach Nutting [178] dreifach, diffus

42) Nach de Gramont [187] Restlinie

43) Anomale Dispersion von Geisler [206] gefunden

44) Von Carlheim-Gyllenskold [196] an Salzen gefunden, wenn Kathodenstrahlen auffallen

LUTECIUM (Lu = 174)

Literatur

[1] F Exner und E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **108** IIa p 1123—1159 (1899)

[2] F Exner und E Haschek, Tabellen der Funkenspectra Wien 1902

[3] H Kayser, Die Bogenspectren von Yttrium und Ytterbium Abhandl Berlin. Akad 1903

[4] F Exner und E Haschek, Tabellen der Bogenspectra Wien 1904

[5] G Urbain, Un nouvel elément le lutecium, résultant du dédoublement de l'ytterbium de Marignac C R **145** p 759—762 (1907)

[6] C Auer v Welsbach, Die Zerlegung des Ytterbiums in seine Elemente Wien Ber **116** IIb p 1425—1469 (1907)

[7] G Urbain, Sur le lutecium et le neoytterbium C R **164** p 406—408 (1908)

[8] C Auer v Welsbach, Zur Zerlegung des Ytterbiums Wien Ber **118** IIb p 507 bis 512 (1909)

Dass das Yb kein Element, sondern ein Gemisch sei, ist oft vermuthet worden Aber erst Urbain [5] gelang die Zerlegung in zwei Componenten Die eine mit einem Atomgewicht von etwa 174 nennt er Lutecium, die zweite mit einem Atomgewicht von etwa 170 Neo-Ytterbium

Urbain charactersirt das Element durch Messung von 33 Funkenlinien zwischen 3647 und 2701

Schon im Jahre 1905 und den folgenden Jahren hatte Auer mitgetheilt, dass Yb zerlegbar sei, und dass ihm die Zerlegung sowie die Beobachtung der Emissionsspectra gelungen sei (vergl 8) Aber erst nach Urbain macht er genauere Angaben [6]

Da in der That Urbain zuerst einen Namen vorgeschlagen hat und zuerst das Spectrum publicirt hat, wird es wohl bei seiner Namengebung bleiben, und auch ich führe nur den Namen Lutecium, nicht Cassiopeium Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, dass in Wahrheit Auer früher die Trennung vollzogen und die Spectra untersucht hat [8] Auer findet, eine Componente habe das Atomgewicht von etwa 174 23, er schlägt den Namen Cassiopeium vor, die andere habe das Atomgewicht 172 90, er schlägt den Namen Aldebaranium vor. Die Abhandlung ist von einer ausführlichen Messung beider Funkenspectra zwischen 6222 und 2603 begleitet, und von schönen Photographieen der Spectra des Yb und seiner beiden Componenten.

Urbain [7] protestirt gegen die Namengebung durch Auer, dem er zuvorgekommen sei

Da das Lu ein Theil des alten Yb ist, so mussen sich sammtliche von Urbain und Auer gemessenen Funkenlinien auch in den fruheren Messungen des Funkenspectrums durch Exner und Haschek [1, 2] finden Da Urbain weiter bei den meisten Linien angiebt, sie treten auch im Bogen auf, so kann man auch die Bogenmessungen von Kayser [3] und von Exner und Haschek [4] heranziehen

Die Intensitaten sind von Urbain als mittelstark, ziemlich stark, stark, sehr stark bezeichnet, ich habe das durch die Zahlen 4, 6, 8, 10 ausgedruckt Die Sterne hinter den Zahlen von Urbain bedeuten, dass er die Linien auch im Bogen beobachtet hat

Auer hat fur das Stuck 4518 bis 3279 die Zahlen von Exner und Haschek genommen, ausserhalb dieser Grenzen giebt er eigene Messungen.

Auer findet, dass in beiden Elementen einige Linien mit ahnlichen Intensitaten auftreten, bezeichnet sie als gemeinsame Linien, und führt sie bei beiden Elementen Ich habe sie aus der Tabelle fortgelassen, wenn sie in Ny wesentlich starker sind, da ich sie fur Verunreinigungen halte So fuhrt er z B. 3289 mit der Intensitat 20, wahrend in Ny die Intensität 100 ist.

Auer hat auch zwei Gruppen von Banden, die nach Roth abschattirt sind, gefunden, von 5160 bis 5158 und von 4662 bis 4708 Namentlich die zweite Gruppe ist in der Photographie sehr deutlich, und fur sie hat auch Auer die Kanten gemessen, welche gesetzmassige Lagerung zeigen

Auer (6) Funke		Kayser (3) Bogen	
6222 6	50		
6160 20	20		
5984	30 u		
5476 94	200	5476 928	6
5258—5160		—	
u-Banden		—	
5135 18	20	5135 263	5
5001 24	5	5001 308	3
4994 32	100	4994 310	3
21 80	3	—	
05 0	3	05 054	2
4865 6	5	—	
39 80	5	—	
4785 54	50	4785 596	2
48 4	3	—	
08	5Bd	—	
4695 4	5Bd	—	
84	30Bd	—	
72 4	15Bd	—	

Auer (6) Funke	Urbain (5) Funke	Exner und Haschek (1) Funke	Kayser (3) Bogen	Exner und Haschek (2) Bogen	
4662 10Bd			—		
4518 76 3		4518 76 10	4518 651 3	4518 73 10	
—		—	18 812 3	—	
4342 25 3		4342 25 2	—	—	
4184 41 20		4184 41 10	4184 429 2	4184 43 4	
24 89 8		24 89 2	24 888 3	24 89 5	
4054 63 2		4054 63 1	4054 622 2	4054 65 2	
3937 85 2		3937 85 1	—	—	
3876 82 15		3876 82 3	—	3876 80 2	
41 32 3		—	—	—	
3678 15 1		3678 15 1	—	—	
47 93 3	3647 9 8 *	47 93 1	—	3647 92 3	
36 38 1	—	36 38 1	—	—	
24 12 6	24 1 8	24 12 4	—	24 15 2	
3568 00 6	3568 0 8	3568 00 2	3568 008 3	3567 99 4	
54 60 30	54 6 10	54 60 10	54 608 3	54 59 4	
07 56 30	06 8 10 *	07 56 6 d	07 647 3	07 96 1	
—	—	—	07 503 3	07 54 10 d?	
3472 66 20	3472 6 10 *	3472 66 10	3472 694 2	3472 64 6	
—	—	—	72 624 2	—	
3397 25 20	3397 2 10 *	3397 25 10	3397 249 3 d?	3397 21 5	
76 65 3	76 7 8 *	76 65 1	76 637 4	76 65 3	
59 72 5	59 8 8 *	59 72 2	59 711 5	59 72 3	
12 27 3	12 4 8 *	12 27 1	12 259 6	12 30 5	
3281 87 6	—	3281 91 1	3281 880 4	3281 90 4	
79 15 3	—	79 15 1	79 114 2	79 09 3	
—	3275 5 6	—	—	—	
54 45 8 u	54 5 10 *	54 52 6	54 450 4	54 41 4	
—	3198 2 8 *	3198 22 4	3198 250 3	3198 22 2	
—	91 9 4	—	—	—	
—	83 5 4 *	—	—	—	
—	71 5 6	71 32 1	71 505 3	71 49 2	
—	18 6 4	—	18 556 4	18 55 2	
—	3080 3 4 *	—	3080 257 2	3080 27 1	2)
3077 74 10	77 7 10 *	3077 71 8	77 723 3	77 74 4	
57 96 4	58 0 10 *	58 04 8	—	—	
56 85 8 u	56 8 10 *	56 83 5	56 856 3 d?	56 84 2	
20 73 8	20 7 10	—	—	20 73 3	
—	2989 4 4 *	—	2989 405 3	2989 40 2	
2969 96 6	70 0 10	2969 96 3	69 962 2	69 96 2	
63 47 10	63 5 10 *	63 49 8	63 458 3	63 46 3	
51 80 4	51 8 10 *	51 80 2	51 823 3	51 84 1	
11 53 50	11 5 10 *	11 53 10	11 514 5	11 52 4	
00 45 15	00 4 10 *	00 43 5	00 437 4	00 15 3	
2894 98 25	2895 0 10 *	2895 02 7	2894 968 4	2894 96 3	
47 62 8	47 6 10 *	47 63 3	47 627 3	47 61 2	
—	2798 3 10 *	2798 30 2	—	2798 34 1	1)

1) Diese Linie rechnet Auer zu Ng, nicht zu Lu

2) Ist nach Auer [8] Thor

Auer (6) Funke		Urbain (5) Funke		Exner und Haschek (1) Funke		Kayser (3) Bogen		Exner und Haschek (2) Bogen	
2796 75	8	—		2796 75	4	2796 750	2	2796 75	2
72 69	1 u	—		72 71	8	—		—	
54 26	10	2754 2	10 *	54 26	4	54 285	3	54 30	2
01 81	10	01 8	10 *	01 81	5	01 814	3	01 82	2
2657 90	10			2657 90	5	2657 901	2	2657 90	2
19 34	6			19 31	3	—		19 35	1
15 48	50			15 48	15	—		15 50	4
13 48	6			13 48	4	13 491	2	13 50	1
03 55	5			} 03 40	10				
03 38	5								

MAGNESIUM (Mg = 24 32)

Literatur

[1] W A Miller, Experiments and observations on some cases of lines in the prismatic spectrum produced by the passage of light through coloured vapours and gases, and from certain coloured flames Phil Mag (3) **27** p 81—91 (1845) Salze in Alcoholflamme

[2] G Kirchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und die Spectra der chemischen Elemente Abhandl Berlin Akad 1861 p 63—95, 1863 p 227—240 Funke

[3] W A Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark Phil Trans **152** I p 861—887 (1862) Funke, Ultraviolett

[4] T R Robinson, On spectra of electric light as modified by the nature of the electrodes and the media of discharge Phil Trans **152** II p 393—986 (1862) Funke

[5] A Mitscherlich, Ueber die Spectra der Verbindungen und der einfachen Korper. Pogg Ann **121** p 459—488 (1864) In Flamme, Banden

[6] F Brasack, Spectralanalytische Untersuchungen Abhandl Naturf Ges Halle **9** p 1—16 (1864) Funkenspectrum

[7] R Thalén, Om spectralanalys Upsala univers årsskr 1866 Funke

[8] R Thalén, Mémoire sur la determination des longueurs d'onde des raies métalliques Nova acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868) Funke

[9] W Huggins, Note on the spectra of erbia and some other earths Proc. Roy Soc **18** p 546—553 (1870), Phil Mag (4) **40** p 302—306 (1870) In Knallgas

[10] Reynolds, Dasselbe, ebenda

[11] A Cornu, Sur le renversement des raies spectrales des vapeurs metalliques C R. **73** p 332—337 (1871), Phil Mag (4) **42** p 237—240 (1871) Umkehr

[12] J N Lockyer, Researches in spectrum-analysis in connexion with the spectrum of the sun No I Phil Trans **163** p 253—275 (1873) Funke nach Chlorid

[13] J N Lockyer, Researches in spectrum analysis in connexion with the spectrum of the sun No II Phil Trans **163** p 639—658 (1873) Funke nach trockenen Salzen

[14] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux Paris 1874 Funke nach Chloridlösung

[15] R Bunsen, Spectralanalytische Untersuchungen Pogg Ann. **155** p 230 252, 366 bis 384 (1875), Phil Mag (4) **50** p 417—430, 527—539 (1875) Funke

[16] W M Watts, On a new form of micrometer for use in spectroscopic analysis Phil Mag (4) **50** p 81—85 (1875), Pogg Ann **156** p 313—318 (1875) Banden

[17] A Gouy, Recherches sur les spectres des metaux à la base des flammes. C R **84** p 231—234 (1877) Salze in Flammen

[18] Rand Capron, Photographed spectra London 1877 Bogen und Funke.

[19] G Ciamician, Ueber die Spectra der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen. Wien Ber **76** II p 499—517 (1877) Funke nach Lösung Banden

[20] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours Proc Roy Soc **27** p 132—136, 350—354, 494—496 (1878). Umkehrung, Banden der Wasserstoffverbindung

[21] G D Liveing and J Dewar, On the reversal of the lines of metallic vapours. Proc Roy Soc **28** p 367—373, 471—475 (1879) Umkehrung, Wasserstoffverbindung

[22] G D Liveing and J Dewar, Note on the unknown chromospheric substance of Young Proc Roy. Soc **28** p 475 - 477 (1879) Beziehungen zwischen Wellenlängen

[23] J N Lockyer, Note on the spectrum of hydrogen Proc Roy Soc **30** p 22 - 31 (1879) Funke durch Salzdampfe

[24] J Parry and A E Tucker, On the application of the spectroscope to the analysis of iron and steel Engeneering **27** p 127—128, 429—430, **28** p 141—142 (1879) Funke nach Losung

[25] A Cornu, Determination des longueurs d'onde des radiations très-refrangibles du magnésium, du cadmium, du zinc et de l'aluminium Arch sc phys et nat (3) **2** p 119—126 (1879), J de phys **10** p 425—431 (1881) Messung einiger Linien

[26] A Cornu, Sur le spectre normal du soleil, partie ultra-violette Ann scientif ec norm super (2) **9** p 21—106 (1880) Messung einiger Linien

[27] G D Liveing and J Dewar, On the spectrum of magnesium and lithium Proc Roy Soc **30** p 93—99 (1880) Banden Funke und Bogen

[28] G Ciamician, Spectroscopische Untersuchungen Wien Ber **82, II** p 425—457 (1880) Homologieen

[29] J Dewar, Note on electrolytic experiments Proc Roy Soc **30** p 170—172 (1880) Wechselstrom

[30] W Spottiswoode, On some of the effects produced by an induction coil with a De Meritens magneto-electric machine Proc Roy Soc **30** p 173—178 (1890) Funke mit Wechselstrom

[31] Ch Fievez, Recherches sur le spectre de magnésium en rapport avec la constitution du soleil Bull acc Belg (2) **50** p 91—98 (1880), Ann chim et phys (5) **23** p 366—372 (1881) Funke Falsche Linien

[32] G D Liveing and J Dewar, Investigations on the spectrum of magnesium. Proc Roy Soc **32** p 189—203 (1881) Flamme, Bogen, Funke

[33] G D Liveing and J Dewar, On the disappearance of some spectral lines and the variations of metallic spectra due to mixed vapours Proc Roy Soc **33** p 428—434 (1882) In Knallgasflamme

[34] J Dewar, Spectroscopic investigation (1879) Proc Roy Instit **9** p 204—220 (1882) Umkehrung, fremde Substanzen

[35] J Dewar, Origin and identity of spectra (1881) Proc Roy Instit **9** p 674—703 (1882) Flamme, Bogen, Funke Verbindungen

[36] G D Liveing and J Dewar, On an arrangement of the electric arc for the study of the radiation of vapours, together with preliminary results Proc Roy Soc **34** p 119—122 (1882) Wasserstoffverbindung

[37] W N Hartley, Photographs of spark spectra of twenty-one elementary substances (1881) Trans Roy Dublin Soc (2) **1** p 231—238 (1883), J chem soc **41** p 84—90 (1882) Funkenspectrum.

[38] H Becquerel, Etudes des radiations infra-rouges au moyen des phénomènes de phosphorescence C R **96** p 1215—1218 (1883) Ultraroth

[39] H Becquerel, Spectres d'émission infra-rouges des vapeurs métalliques C R **97** p 71 74 (1883) Ultraroth

[40] H Becquerel, Mémoire sur l'étude des radiations infra-rouges au moyen des phénomènes de phosphorescence Ann chim et phys (5) **30** p 5—68 (1883) Ultraroth

[41] G D. Liveing and J Dewar, On the ultra-violet spectra of the elements Phil Trans **174**, I p 187—222 (1883) Einige Wellenlangen Triplets

[42] H Becquerel, Spectres d'émission infra-rouges des vapeurs métalliques C R **99** p 374—376 (1884) Ultraroth

[43] R Thalen, Sur le spectre du fer obtenue a l'aide de l'arc électrique Nova acta reg soc sc Upsal (3) **12** p 1—49 (1884) Einige Linien

[44] G D Liveing and J Dewar, Spectroscopic studies on gaseous explosions Proc Roy Soc **36** p 471—478 (1884) Linien in explodirenden Gasen

[45] W N Hartley and W E Adeney, Measurements of the wave-lengths of lines of high refrangibility in the spectra of elementary substances Phil Trans **175** I p 63—137 (1884) Funkenspectrum

[46] W N Hartley, Researches on spectrum photography in relation to new methods of quantitative chemical analysis Phil Trans **175** II p 325—342 (1884) Funke nach Lösung

[47] J M Eder, Ueber einige geeignete practische Methoden zur Photographie des Spectrums in seinen verschiedenen Bezirken mit sensibilisirten Bromsilberplatten Wien Ber **94** II p 378—403 (1886) Beitrage zur Photochemie III p 60—74 Continuirliches Spectrum des brennenden Mg

[48] J N Lockyer, Researches on the spectra of meteorites Proc Roy Soc **43** p 117 bis 156 (1887) In Flamme

[49] G D Liveing and J Dewar, Investigations on the spectrum of magnesium Proc Roy Soc **44** p 241—252 (1888) Flamme, Bogen, Funke

[50] J N Lockyer, On the chief line in the spectrum of the nebulae Proc Roy Soc **48** p 167—198 (1890) Banden

[51] V Schumann, Zur Photographie der brechbarsten Strahlen Photogr Rundschau **41** p 71—80 (1890) Kurzeste Wellenlängen

[52] H Kayser und C Runge, Ueber die Spectren der Elemente IV Ueber die Linienspectren der Elemente der zweiten Mendelejeffschen Gruppe Abhandl Berlin Akad 1891 Bogenspectrum, Tripletserien

[53] J M Eder, Ueber die Verwendbarkeit der Funkenspectren verschiedener Metalle zur Bestimmung der Wellenlange im Ultraviolett Denkschr Wien Akad **60** p 1—24 (1893), Beiträge z Photochemie p 44—56 Brennendes Mg und Oxyd in Knallgas

[54] H A Rowland, A new table of standard wave-lengths Astron and Astrophys **12** p 321—347 (1893), Phil Mag (5) **36** p 49—75 (1893) Einige Wellenlangen

[55] J R Rydberg, Beitrage zur Kenntniss der Linienspectra Wiedem Ann **50** p 625—638 (1893) Neue Serie

[56] H Kayser und C. Runge, Beiträge zur Kenntniss der Linienspectra Wiedem Ann **52** p 114—118 (1894) Zu Vorigem

[57] O Vogel, Ueber die Anwendung der Leuchtgassauerstoffflamme zu spectral-analytischen Mineraluntersuchungen Zs f anorgan Chem **5** p 42—62 (1894) In Flamme

[58] W N Hartley, Flame spectra at high temperatures, I Oxy-hydrogen blow-pipe spectra Proc Roy Soc **54** p 5—7 (1893), Phil Trans A **185** p 161—212 (1894) In Knallgasflamme, Banden

[59] J Scheiner, Die Temperatur an der Oberflache der Fixsterne und der Sonne, verglichen mit derjenigen irdischer Warmequellen Berlin Ber 1894, I p 257—258 Linie λ 4481

[60] J Keeler, The magnesium spectrum as an index to the temperature of the stars Astron and Astrophys **13** p 660—662 (1894) Linie λ 4481

[60a] A de Gramont, Analyse spectrale directe des mineraux Paris bei Baudry & Co, 1895

[61] H Crew and O H Basquin, Note on the magnesium band at λ 5007 Astrophys J **2** p 100—102 (1895) Banden

[62] H Crew, Photographic maps of metallic spectra Astrophys J **2** p 318—320 (1895) Bogenspectrum

[63] E Demarçay, Spectres électriques Paris 1895 Funke nach Lösung

[64] H A Rowland, Preliminary table of solar spectrum wave-lengths Chicago 1896—1898, vorher erschienen im Astrophys J von Bd 1 an

[65] J F Mohler, The effect of pressure on wave-length Astrophys J **4** p 175—181 (1896) Druckverschiebung

[66] W J Humphreys, Changes in wave-frequencies of the lines of emission spectra Astrophys J **6** p 169—232 (1897) Druckverschiebung

[67] F Exner und E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **106** IIa p 54—68 (1897) Funkenspectrum

[68] A de Gramont, Analyse spectrale de quelques minéraux non conducteurs par les sels fondus et réactions des éléments C R **126** p 1513—1515 (1898), Bull soc franç de minéral (1898) Funke nach geschmolzenen Mineralien

[69] A A Michelson, Radiation in a magnetic field Nat **59** p 440—441 (1899) Zeeman-Effect

[70] J N Lockyer, The present standpoint in spectrum analysis Nat **59** p 585—588 (1899) Linie λ 4481

[71] J N Lockyer, Preliminary table of wave-lengths of enhanced lines Proc Roy Soc **65** p 451—461 (1899) Funkenlinien

[72] A Schuster and G A Hemsalech, The constitution of the electric spark Phil Trans A **193** p 189—213 (1899) Fortfuhrung von Theilchen im Funken

[73] J Wilsing, Ueber die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne Berlin Ber 1899 p 426—436, Astrophys J **10** p 112—125 (1899) Funke in Wasser

[74] H M Reese, Notes on the Zeeman effect Johns Hopkins univ Circul **18** p 59 (1899), **19** p 61—62 (1900), Astrophys J **12** p 120—135 (1900) Zeeman-Effect

[75] Th Preston, Radiation phenomena in the magnetic field — Magnetic perturbations of the spectral lines Phil Mag (5) **47** p 166—178 (1899) Zeeman-Effect

[76] H Lehmann, Die ultrarothen Spectren der Alcalien Freiburg i Br bei Lehmann's Nachf 1900 Ultraroth, Photographie

[77] H Crew, On the arc-spectra of some metals as influenced by an atmosphere of hydrogen Astrophys J **12** p 167—175 (1900), Phil Mag (4) **50** p 497—505 (1900) Bogen in Wasserstoff

[78] L Arons, Ueber den electrischen Lichtbogen zwischen Metallelectroden in Stickstoff und Wasserstoff Ann d Phys (4) **1** p 700—718 (1900)

[79] G A Hemsalech, Sur l'influence de self-induction sur les spectres d'étincelles C R **132** p 959—962 (1901) Selbstinduction

[80] W N Hartley and H Ramage, Banded flame spectra of metals Trans Roy Dublin Soc (2) **7** p 339—352 (1901) In Knallgasflamme

[81] C C Schenck, Some properties of the electric spark and its spectrum Astrophys J **14** p 116—135 (1901) Mitfuhrung der Theilchen im Funken

[82] O H Basquin, The spectrum of hydrogen given by the metallic arc of tin, copper, silver etc Astrophys J **14** p 1—16 (1901) Bogen in Wasserstoff

[83] G A Hemsalech, Recherches expérimentales sur les spectres d'étincelles Thèse Paris 1901 Paris bei Hermann Selbstinduction

[84] P Lewis, The spectra of cathodo-luminescent metallic vapors Astrophys J **16** p 31—35 (1902), Physik Zs **3** p 498—501 (1902) Unter Kathodenstrahlen

[85] Sir Norman Lockyer, On the spark discharge from metallic poles in water Proc Roy Soc **70** p 31—37 (1902), Astrophys J **15** p 190—198 (1902) Funke in Wasser

[86] R A Porter, The influence of atmospheres of nitrogen and hydrogen on the arc spectra Astrophys J **15** p 274—281 (1902) Bogen in Gasen

[87] H Crew, Note on the wave-length of the magnesium line at 4481 Astrophys J **16** p 246—248 (1902) Linie 4481

[88] F Exner und E Haschek, Tabelle der Funkenspectra, Wien 1902

[89] C Runge und F Paschen, Ueber die Zerlegung einander entsprechender Serienlinien im magnetischen Felde Berl Ber 1902 p. 380—386 (1902), Astrophys J **15** p 333—339 (1902) Zeeman-Effect

[90] J Hartmann, Die Wellenlänge der Magnesiumlinie 4481 Physik Zs **4** p 427 bit 429 (1903)

[91] J Hartmann und G Eberhard, Ueber das Auftreten von Funkenlinien in Bogenspectren Berlin Ber 1903 p 40—42, Astrophys J **17** p 229—231 (1903) Linie 4481 im Bogen in Wasser

[92] J Hartmann, Ueber einen neuen Zusammenhang zwischen Bogen- und Funkenspectren Berlin Ber 1903 p 234—244, Astrophys J **17** p 270—280 (1903) Linie 4481 im Bogen

[93] J Scheiner, Ueber die Verwendung von Linien des Magnesiumspectrums zur Temperaturbestimmung von Fixsternatmospharen Astron Nachr **161** p 263—265 (1903) Linie 4481

[94] Sir W Huggins and Lady Huggins, Preliminary note on some modifications of the magnesium line at λ 4481 under different laboratory conditions of the spark discharge. Astrophys J **17** p 145—146 (1903) Linie 4481

[95] J Hartmann und G Eberhard, Ueber das Verhalten der Magnesiumlinien λ 4481 und λ 4352 Astron Nachr **161** p 309—315 (1903) Linie 4481

[96] H C Vogel, Sind die Linien λ 4481 und λ 4352 des Magnesiumspectrums geeignet, Aufschlusse uber die Temperatur der Sternatmospharen zu geben? Astron Nachr **161** p 365 bis 370 (1903) Linie 4481

[97] H Kayser, Zur Bestimmung der Temperatur der Sterne Astron Nachr **162** p 277—282 (1903) Linie 4481

[98] J M Eder, Das Flammen- und Funkenspectrum des Magnesiums Denkschr Wien Akad **74** p 45—54 (1903), Beitrage z Photochemie p 410—417

[99] A S King, Some effects of change of atmosphere on arc spectra with reference to series relations Astrophys J **16** p 129—150 (1903) Bogen in verschiedenen Gasen

[100] W von Bolton, Ueber electrodisches Leuchten und eine neue spectroscopische Methode Zs f Electrochem **9** p 913—922 (1903) Leuchten bei Electrolyse

[101] A Fowler, On a new series of lines in the spectrum of magnesium Proc Roy Soc **71** p 419—420 (1903) Neue Serie

[102] A Fowler and H Payn, The spectra of metallic arcs in an exhausted globe Proc Roy Soc **72** p 253—257 (1903) Neue Linien

[103] B Éginitis, Sur l'echauffement des poles et les spectres des etincelles Bull Astron **21** p 87—92 (1904) Selbstinduction

[104] J Steinhausen, Ueber „enhanced lines" Diss Bonn 1904, Zs wiss Photogr **3** p 45—58 (1905)

[105] H Hermann, Messung der Wellenlängen rother Linien in einigen Bogenspectren Dissert Tubingen 1904, Ann d Phys (4) **16** p 684—707 (1905)

[106] Ch de Watteville, Spectres de flammes Thèse Paris 1904 Phil Trans A **204** p 139—168 (1904) Salzstaub in Flammen

[107] O Lummer und E Pringsheim, Demonstration der anomalen Dispersion in Gasen Verhandl Physik Ges **6** p 151—152 (1904)

[108] F Exner und E Haschek Tabellen der Bogenspectra Wien 1904

[109] H W Morse, Spectra from the Wehnelt interrupter Astrophys J **19** p 162—186 (1904) Leuchten im Wehneltunterbrecher

[110] A S King, A study of the causes of variability of spark spectra Astrophys J **19** p 225—238 (1904) Veranderlichkeit des Funkenspectrums

[111] Ch de Watteville, Sur le spectre de l'arc C R **138** p 485—486 (1904) Verschiedene Phasen des Wechselstrombogens

[112] H Crew, On the conditions which govern the appearance of spark lines in arc spectra Astrophys J **20** p 274—284 (1904) Funkenlinien im Bogen

[113] L Puccianti, Alcune osservazioni critiche ed esperienze nuove relative ai fondamenti della spettroscopia celeste Nuovo Cim (5) **9** p 393—478 (1905) Anomale Dispersion

[114] A S King, Ueber Emissionsspectra von Metallen im electrischen Ofen Ann d Phys (4) **16** p 360—381 (1905), Astrophys J **21** p 236—257 (1905)

[115] J Barnes, On the spectrum of magnesium Astrophys J **21** p 74—80 (1905), Physik Zs **6** p 148—151 (1905) Bogen, Einfluss der Stromstarke

[116] F A Saunders, New series in the arc spectra of magnesium, zinc and cadmium Physic Rev **20** p 117—118 (1905) Neue Triplets im Bogen

[117] W W Strong, On the magnesium spark Astrophys J **22** p 119—122 (1905) Umkehrungserscheinungen

[118] H Crew and B J Spence, Variation of arc spectra with phase of the current producing them Astrophys J **22** p 499—203 (1905) Phasen des Wechselstrombogens

[119] R E Loving, The arc in high vacua Astrophys. J **22** p 285—304 (1905) Bogen (?) im Vacuum

[120] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectra Jena 1905 Bogen und Funke, Selbstinduction

[121] P G Nutting, Line structure Astrophys J **23** p 64—78 (1906), **24** p 111—124 (1906) Structur der Linien

[122] Ch M Olmsted, Die Bandenspectra nahe verwandter Verbindungen Dissert Bonn 1906, Zs f wiss Photogr **4** p 255—333 (1906) Verbindungen

[123] Sir N Lockyer, Tables of wave lengths of enhanced lines Solar Physics Committee 1906 Verstarkte Linien

[124] A de Gramont, Sur les raies ultimes ou de grande sensibilite des métaux, dans les spectres de dissociation C R 144 p 1101—1104 (1907) Empfindlichste Linien

[125] A Fowler, The origin of certain bands in the spectra of sunspots Monthly Not 67 p 530—534 (1907) Wasserstoffverbindung

[126] W N Hartley, Note on the spectra of calcium and magnesium as observed under different conditions Proc Roy Dublin Soc (2) 11 p 243—246 (1907) Veranderlichkeit des Spectrums

[127] J H Pollock and A G G Leonard, On the quantitative spectra of Proc Roy Dublin Soc (2) 11 p 229—236 (1907) Hauptlinien

[128] W J Humphreys, Arc spectra under heavy pressure Astrophys J 26 p 18—35 (1907) Druckverschiebung

[129] W Miller, Zeeman-Effect an Mg, Ca, Sr, Zn, Cd, Mn und Cr Ann d Phys (4) 24 p 105—136 (1907)

[130] W N Hartley, An investigation of the connexion between band and line spectra of the same metallic elements Trans Roy Dublin Soc (2) 9 p 85—138 (1908) Banden

[131] E. E Brooks, The spectrum of magnesium and of so-called magnesium hydride, as obtained by spark discharges under reduced pressure Proc Roy Soc A 80 p 218—228 (1908) Verbindungen

[132] S R Milner, On the nature of the streamers in the electric spark Phil Trans A 209 p 71—87 (1908) Funke auf rotirendem Film

[133] V Carlheim-Gyllenskold, Sur les luminescences causées par les rayons-canaux Arkiv f Mat, Astron och Fys 4 (1908) Leuchten unter Kathoden- und Kanalstrahlen

[134] E E Brooks, A probable new fluting in the spectrum of magnesium oxide Nat 78 p 198 (1908) Oxydbanden

[134a] A Battelli e L Magri, Sullo spettro della scintilla elettrica Rendic Acc Lincei (5) 17 I p 391—396 (1908) Mem R Acc dei Lincei (4) 7 p 597—617 (1909)

[135] L Janicki, Die Beschaffenheit der Spectrallinien der Elemente Ann d Phys (4) 29 p 833 868 (1909) Structur der Linien

[136] R W Wood and D V Guthrie, The ultra-violet absorption spectra of certain metallic vapors and their mixtures Astrophys J 28 p 211—223 (1909)

[137] H Finger, Ein Beitrag zur Kenntniss des Einflusses des Mediums auf die Linien in Funkenspectren Dissert Münster 1909, Zs f wiss Photogr 7 p 329—359, p 369—392 (1909) Funke in Wasser

[138] F Paschen, Zur Kenntniss ultrarother Linienspectra II Ann d Phys (4) 29 p 625—663 (1909)

[139] H Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldampfen Dissert Bonn 1909, Zs f wiss Photogr 7 p 80—112 (1909)

[140] E E Brooks, The magnesium spectrum under reduced pressure Astrophys J 29 p 177—189 (1909) Entladungen in verdünnten Gasen Wasserstoff- und Sauerstoffverbindung

[141] A Fowler, The spectrum of magnesium hydride Phil Trans A. 209 p 447—478 (1909) Wasserstoffverbindung

[142] Fr Handke, Untersuchungen im Gebiete der Schumann-Strahlen Dissert Berlin 1909 Bei Hartkopf, Berlin

[143] T Royds, Anhang zur Arbeit von Hrn Paschen über „Die Seriensysteme in den Spectren von Zink Cadmium und Quecksilber“ Ann d Phys (4) 30 p 1024 (1909) Zeeman-Effect für 5528 und 4703

W A Miller [1] hat zuerst Magnesium spectroscopisch geprüft, indem er das Chlorid in die Alcoholflamme bringt, er sieht indessen nur schwache Bander im Grün, wohl das Hauptoxydband Da er aber auch von andern Chloriden grüne Bander erhält, ist er geneigt, sie dem Chlor zuzuschreiben Kirchhoff [2] sieht im Funken nach dem Metall die Gruppe der drei grunen

Linien bei 518, die im Sonnenspectrum b_1, b_2 und b_4 genannt werden, und noch zwei andere Linien. Es folgt die werthlose Untersuchung des Funkenspectrums durch Robinson [4], und die erste Photographie des Ultraviolett durch Miller [3], denen sich bald darauf Brasack [6] und eine Zeichnung von Thalén [7] anschliessen.

Inzwischen hat Mitscherlich [5] vom Chlorid in der Sauerstoffflamme und von brennendem Mg-Band zuerst die Banden erhalten.

Thalén [8] giebt die erste Messung in Wellenlängen, er findet im Funken neben b noch vier Linien.

Huggins [9] und Reynolds [10] beobachten, dass Magnesia in der Knallgasflamme helle Linien oder Bänder zeigt. Cornu [11] beobachtet Selbstumkehr der Gruppe b. — Lockyer [12, 13] untersucht die Länge der Linien im Funkenspectrum, benutzt auch den Funken nach trockenen Salzen.

Lecoq [14] verwendet den Funken nach Chloridlösung und giebt eine schöne Zeichnung und Messung des Spectrums: es enthält neben b noch 3 Linien und die stärkste Oxydbande bei 5006. Watts [16] misst bald darauf dieselbe Bandengruppe, und auch Ciamician [19] erhält nach der Methode von Lecoq das gleiche Spectrum; später [28] wendet er Funken nach Metall in Wasserstoffatmosphäre an und giebt in der Zeichnung drei Bandengruppen, die aber nach der Kritik von Liveing und Dewar [32] zweifellos unrichtig sind.

Bunsen [15] erhält in der Flamme kein Spectrum, im Funken sieht er b.

Es folgt nun eine grosse Reihe von Abhandlungen von Liveing und Dewar, die unsere Kenntnisse auf ein ganz anderes Niveau bringen. Ich will den Inhalt der Arbeiten etwas ausführlicher angeben. In der ersten [20, 1] verdampfen sie Mg unter Wasserstoff in einem eisernen Rohr. Das Licht des weissglühenden Bodens wird absorbirt in der Gruppe b und einigen blauen Linien, die nicht gemessen sind. Dann [20, 2] beobachten sie eine umgekehrte Linie bei 5210, die sich mit steigender Temperatur verbreitert, daneben treten noch zwei Linien oder Bänder etwa bei 4580 und 5140 auf. Wurde Mg und Na in das Rohr gebracht, so erschien 5300, während Mg und K 6580, 6475 erscheinen liess, einmal auch 4820. Leider sind alle diese Messungen so wenig genau, dass man nicht sagen kann, was Liveing und Dewar hier gesehen haben. Sie glauben, dass es sich um Linien handle, die durch das Gemisch hervorgerufen wurden, aber das ist nach allem, was wir heute wissen, ganz unwahrscheinlich.

Die dritte Abhandlung [20, 3] bringt die Mittheilung, dass die Linie 5210 in Emission erscheint bei Funken in Wasserstoff, und dass sich an sie eine Serie weiterer Linien nach kurzen Wellenlängen hin anschliesst, es handelt sich also um keine Linie, sondern um die Kante eines Bandes.

Es folgt dann [21, 1] ein Verzeichniss der im Bogen umgekehrt gesehenen Linien, und [21, 2] die Mittheilung, dass auch hier 5210 hell oder umgekehrt

beobachtet wird bei Zuführung von Wasserstoff. Vermeintliche Beziehungen zwischen drei Mg-Linien [22] sind nicht richtig.

Dann folgt eine eingehendere Untersuchung [27] der Linie 5210 und der zugehörigen Linienserie. Sie erscheint nur, wenn Wasserstoff zugegen ist, dann aber im Funken, Bogen und der Flamme. Sie wird daher dem Zusammenwirken von Mg und H zugeschrieben. Ferner wird das sichtbare Bogenspectrum beschrieben.

Eine eingehende Abhandlung über Mg schliesst sich an [32]. In der Flamme von brennendem Mg treten II N 3 (b), I N 4, die Linien 4570 und 2852 auf, ferner ein sehr unscharfes Triplet bei 373, begleitet von einer Reihe von Banden. Manchmal tritt das Mg-H-Band auf. — Der Bogen zeigt im Ultraviolett noch eine grosse Zahl von Linien, deren Messung gegeben wird. — Der Funke zeigt einige neue Linien, namentlich 4481 und 5486, eine weitere angeführte Linie 4808 ist wohl nicht Mg, wenigstens ist sie sonst nie beobachtet worden. Ferner wird der Einfluss der Leidener Flasche und erhöhten Druckes besprochen. — Es zeigt sich, dass das Mg-H-Spectrum ausser der Bandengruppe bei 5210 noch zwei andere bei 5618 und 4849 besitzt. Es wird von neuem die Ansicht begründet, dass wir es in diesen Banden mit einem Mg-H-Spectrum zu thun haben. — Den Schluss der Abhandlung bildet eine interessante Vergleichung des Flammen-, Bogen- und Funkenspectrums, und Zeichnungen derselben.

Während hier das „unscharfe Triplet“ oder „Flammentriplet“ bei 373, — in Wahrheit ein Theil der Oxydbandengruppe, — als characteristisch für die Flamme gefunden ist, bringt die nächste Arbeit [33] die Mittheilung, dass es bei langer Exposition auch im Bogen sichtbar ist. [36] bringt die Angabe, dass auch Ammoniak im Bogen die Mg-H-Banden hervorruft. — In [41] wird nur für den gesetzmässigen Bau auch auf Mg hingewiesen: abwechselnd scharfe und unscharfe Triplets, deren Weite mit der Wellenlänge abnimmt.

Nach der Mittheilung [44], dass in explodirenden Gasen, wenn sie Mg-Staub enthalten, ausschliesslich b auftritt, macht eine zweite eingehende Arbeit [49] den Schluss dieser Untersuchungen. Es wird hier mitgetheilt, dass alle Funkenlinien auch im Bogen auftreten, wenn man Stäbe von Mg verwendet. Dann werden die Banden besprochen, die dem Oxyd angehören, und zu ihnen wird nach vielfachen Versuchen auch das „Flammentriplet“ mit den benachbarten Banden gerechnet. Diese Gruppe tritt auch auf, wenn Magnesia in Knallgas erhitzt wird, im Bogen zwischen Metallstäben, auch bei Funken im Vacuum. Bei Entladungen im Vacuum treten auch Linien auf, welche inzwischen Hartley und Adeney [45] im Funkenspectrum gemessen hatten: 3071.6, 3050.6, 3046.7, welche Liveing und Dewar aber sonst nicht erhalten haben.

Ueber einen Theil der Resultate berichtet Dewar [34, 35] in Vorträgen der Royal Institution.

Während dieser zehnjährigen Arbeit sind zahlreiche andere Untersuchungen erschienen. Rand Capron [18] giebt Spectralphotographieen heraus, die auch Bogen und Funke von Mg enthalten, in letzterem sieht man das starke Auftreten von 4481. — Lockyer [23] verdampft Substanzen in der Flamme, lässt dann Funken durch den Dampf schlagen. Er erhält dabei in der Flamme das Mg-H-Band 5210, welches mit den Linien b_1 und b_2 scheinbar ein Triplet bildet, während das schwächere b_4 nicht gesehen wird. Durch den Funken verschwindet 5210, während b_4 stärker wird, und Lockyer meint irrthümlich, in Folge höherer Temperatur habe sich das erste Triplet in das zweite umgewandelt, — die Erscheinung sei ein Beweis von Dissociation des Mg.

Spottiswoode [30] legt den Inductor mit Wechselstrom an, erhält b, 4481 und schwache Oxydbanden, bläst man auf den Funken, so verschwinde 4481. — In der That giebt Wechselstrom viel geringere Potentialdifferenzen, als ein Unterbrecher, das Spectrum ist ähnlicher dem des Bogens. Auch Dewar [29] benutzt Wechselstrom.

Parry und Tucker [24] verwenden Funken nach Lösung und geben eine Zeichnung des Spectrums.

Cornu [25, 26] misst eine Anzahl ultravioletter Linien, es finden sich darunter aber einige unrichtige Angaben, worauf Liveing und Dewar [32] hinweisen. — Hartley [37] und Hartley und Adeney [45] photographiren und messen das ultraviolette Funkenspectrum, während Becquerel [38—40, 42] im Ultraroth mittelst phosphorescirender Platten einige Linien auffindet. — Thalén [43] misst einige Linien im sichtbaren Theil des Bogenspectrums.

Lockyer [48] erhält im Bunsenbrenner neben einigen Linien das Hauptband der Mg-H-Verbindung, in der Knallgasflamme die Kante der grünen Oxydbande 5007. Dann [50] misst er diese und vertritt die Ansicht, diese Kante sei die Hauptlinie der Nebelflecke.

Schumann [51] giebt an, Mg habe auch unter 220 $\mu\mu$ noch zahlreiche Linien. Kayser und Runge [52] photographiren das Bogenspectrum und stellen den gesetzmässigen Bau der zwei Tripletserien fest.

Eder [47, 53] untersucht brennendes Mg-Band, es liefere ein nahezu continuirliches Spectrum bis 280, in welchem die Oxydgruppe bei 5007 liegt, ferner b und die Linie 2852, im Knallgas giebt Magnesia ein continuirliches Spectrum bis 350 und die Linie 2852.

Rowland [54] misst einige Bogenlinien als Wellenlängennormalen, später [64] die Linien im Sonnenspectrum.

Rydberg [55] meint, unter den von Kayser und Runge gemessenen Linien befinde sich noch eine Serie einfacher Linien, die in der Tabelle mit S bezeichnet sind. Kayser und Runge [56] bezweifeln die Zusammengehörigkeit dieser Linien, die aber doch wohl vorhanden ist.

Vogel [57] beschreibt das Spectrum in der Sauerstoff-Leuchtgasflamme, Hartley [58], später mit Ramage [80], benutzt die Knallgasflamme und misst die auftretenden Banden im Ultraviolett. Crew und Basquin [61]

messen die Kanten der grünen Gruppe 5007, Crew [62] veröffentlicht einen Atlas des Bogenspectrums, erhalten mit rotirendem Bogen.

Demarçay [63] verwendet Funken nach Chloridlösung und misst das photographirte Spectrum, es enthält einige Linien und die unklaren ultravioletten Oxydbanden, die bei etwa 3950 beginnen. Am stärksten ist das Triplet bei 3838, welches die Anwesenheit von 0.00001 Mg zu erkennen gestattet.

Die Kenntniss der Spectra wird weiter gefördert durch Exner und Haschek, welche das Funkenspectrum [67, 88], später [108] auch das Bogenspectrum im kurzwelligen Theil veröffentlichen. Gramont [68] untersucht, welche Linien im condensirten Funken nach geschmolzenen Mineralien die Anwesenheit von Mg anzeigen.

Im Ultraroth misst seit Becquerel zum ersten Mal Lehmann [76] auf photographischem Wege, erheblich genauer phosphorographisch Hermann [105]. Ausgezeichnete bolometrische Messungen bis 23991 liefert dann Paschen [138], welche auch wichtige Beiträge zum Bau des Spectrums geben, namentlich Glieder der Hauptserie erkennen lassen.

Crew [77], dann Basquin [82], lassen den rotirenden Bogen in Wasserstoff brennen, wodurch einzelne Linien verstärkt, andere geschwächt werden. Auch Arons [78], Porter [86], King [99] führen Untersuchungen über den Einfluss der umgebenden Atmosphäre durch, über die weiterhin ausführlicher zu sprechen ist. Porter findet dabei einige neue Linien, welche auch Fowler [101] sieht und ergänzt, sie bilden eine Serie, welche in der Tabelle mit S' bezeichnet ist. Auch Fowler und Payn [102], welche den Bogen unter verschiedenem Druck brennen lassen, erhalten einige neue Linien, und Saunders [116] findet einige schwache Triplets.

Eine neue Methode zur Darstellung des Spectrums giebt von Bolton [100], lässt man starke Ströme durch Electrolyte gehen, so tritt an der Kathode Licht auf, welches das Spectrum des Kathodenmaterials oder auch des Electrolyten zeigt. Er erhält so die Mg-Linien. Aehnlich findet Morse [109] im Wehnelt-unterbrecher, wenn als Electrode Magnesiumdraht, als Flüssigkeit Salzsäure verwendet wird, zahlreiche Linien und Banden, die wohl dem Oxyd angehören.

King [114] erhitzt Mg oder das Carbonat im electrischen Ofen, sieht die Triplets 5183 und 3838, daneben die Flammenlinie 4571 in unverhältnissmässiger Stärke. — De Watteville [111] untersucht das Spectrum in verschiedenen Phasen des Wechselstrombogens, ebenso Crew und Spence [118].

Hagenbach und Konen [120] veröffentlichen Photographieen des Bogens und Funkens mit und ohne Selbstinduction.

Den Einfluss des Druckes auf den Bogen untersucht zuerst Mohler [65], dann Humphreys [66]. Letzterer giebt für die Linien 2852, 2802, 2795 eine Druckverschiebung von 0.032 A für 10 Atm an, für das Triplet 1 N 4 0.031, für II N 3 (b) 0.045 bei 9 Atm. Später [128] giebt Humphreys für 5183 bei 42 Atm 0.275, für 2852 bei 101 Atm 0.190 an.

Der Zeeman-Effect ist vielfach untersucht, die ersten Beobachtungen macht Michelson [69] an b. Dann folgen Reese [74], Preston [75], Runge und Paschen [89], Miller [129], Royds [143].

Zu den Funkenspectren sind noch folgende Arbeiten zu nennen. Schuster und Hemsalech [72] photographiren das Spectrum auf rasch rotirendem Film. Dadurch werden die Spectrallinien gekrümmt, und man kann aus der Krümmung die Geschwindigkeit ermitteln, mit welcher sich die leuchtenden Theilchen von einer Electrode zur andern bewegen. Bei Mg sind die Bilder der Linien merkwürdig unscharf, lassen aber grosse Geschwindigkeit, über 1000 m, erkennen.

Aehnliche Versuche macht Schenck [81]. Er findet dabei erstlich, dass das Leuchten der Serienlinien etwa doppelt so lange anhält, als das der Funkenlinien, dass ferner die Funkenlinien, z. B. 4481, ausschliesslich während der Oscillationen der Entladung vorhanden sind, die Serienlinien nicht, endlich dass die Geschwindigkeit der 4481 emittirenden Theilchen je nach der Auffassung 2500 oder 400 m beträgt. — Auch Milner [132] hat solche Versuche ausgeführt, welche die verschiedene Dauer der Linien bestätigen, als Geschwindigkeit etwa 800 m ergeben. Man sehe auch Battelli und Magri [134a].

Bei diesen Versuchen ist der Einfluss der Selbstinduction entdeckt worden, ihn verfolgt dann für Mg Hemsalech [79, 83] genauer, ebenso Eginitis [103].

Die enhanced lines bestimmen Lockyer [71, 123] und Steinhausen [104]. Untersuchungen über Verbindungsspectra, welche namentlich von Olmsted, Brooks, Fowler ausgeführt sind, sollen nachher besprochen werden.

Ueber die feinere Structur der Linien äussert sich zuerst Nutting [121]: sie sind im Bogen alle einfach. Wenn Nutting sagt, einzelne, namentlich 5529, b_1, b_2, würden bei grösserer Stromstärke doppelt, so bedeutet das zweifellos Selbstumkehr, die Nutting vielfach verkannt hat. Janicki [134] bestätigt diese Annahme, alle von ihm untersuchten Linien, im Ganzen 12, darunter auch obige von Nutting, sind einfach, kehren sich aber leicht um.

Dass die Linien des Mg leicht anomale Dispersion erzeugen, ist von Lummer und Pringsheim [107], Puccianti [113], Geisler [138] gezeigt worden.

Lewis [84] setzt Mg-Dämpfe den Kathodenstrahlen aus, sieht die Gruppe b. Carlheim-Gyllensköld [133] belichtet Salze mit Kathoden- und Kanalstrahlen. Letztere lassen das Chlorid grünblau leuchten, das Licht zeigt schwachen continuirlichen Grund und wahrscheinlich b. Das Oxyd verhält sich ebenso.

Noch wäre zu erwähnen, dass Wood [135] beobachtet, dass Mg-Dampf ausschliesslich in der starken Linie 2852 absorbirt.

Nach dieser gedrängten mehr historischen Uebersicht über die Hauptergebnisse der Untersuchung wende ich mich zu einer etwas genaueren Be-

sprechung des Verhaltens einzelner Linien. Bei allen Elementen finden wir eine Veränderlichkeit des Linienspectrums je nach den Erregungsbedingungen, aber sie ist bei wenig anderen Elementen so gross, wie bei Mg, auch kaum so eingehend untersucht, was zum Theil durch astronomische Fragen bedingt wurde.

Wir können Linien des Mg-Spectrums auf die verschiedenste Art erhalten: durch Einführung des Metalls oder von Salzen in verschiedene Flammen, durch den Bogen, durch Funken nach Metall oder Salzen oder Salzlösungen, bei Electrolyse, durch Belichtung mit Kathoden- und Kanalstrahlen.

Die ersten sehr eingehenden Untersuchungen über die Unterschiede der Spectra verdanken wir Liveing und Dewar. In ihrer ersten zusammenfassenden Arbeit [32] finden sie als besonders characteristisch für brennendes Mg ein unscharfes Triplet 3730, 3724, 3720, welches sich später als Theil von Oxydbanden erweist, für den Bogen die Linien 4352, 4167, 2768, 2765 und die kurzwelligen Triplets von II N 5 an, für den Funken die Linien 4808 4586, 4481, 3896, 3855, 3849, 2936, 2928, 2798, 2790. Dabei war der Bogen erhalten, indem sie Mg auf die Kohlestäbe brachten.

Später [49] aber verwenden sie im Bogen massive Stäbe von Mg, und nun treten sämmtliche Linien, die bis dahin als characteristisch für den Funken gehalten worden waren, namentlich 4481, auch im Bogen auf. Liveing und Dewar sagen daher ausdrücklich, es sei sehr zweifelhaft, ob, wie man meist angenommen habe, die Temperatur des Funkens höher sei, als die des Bogens, und ob durch die Temperatur überhaupt die Unterschiede zwischen Bogen und Funken bedingt seien. Vielmehr käme wohl die grosse Masse des Dampfes im Bogen und die verschiedenen Temperaturen aussen und innen, sowie die Möglichkeit von Verbindungen aussen in Betracht.

Dass Lockyer [50] das Auftreten oder Verschwinden der Banden als Kennzeichen von Dissociation und Temperatur benutzen will, ist schon erwähnt. Liveing und Dewar [49] protestiren denn auch lebhaft dagegen. Trotzdem greift Scheiner [59] wieder die Idee auf, man könne die Temperatur der Sterne an dem verschiedenen Verhalten der Linien 4481 und 4352 erkennen, erstere sei stark in den Sternen der Klasse Ia, während hier 4352 fehle, in den Sternen der Klasse IIIa sei es umgekehrt, daher betrage die Temperatur der ersteren 15000° (dies soll die Temperatur des Flaschenfunkens sein!) der letzteren 3000—4000°. Merkwürdiger Weise acceptirt Keeler [60] diesen Standpunkt, bemerkt, in den Orionsternen fehle die Gruppe b, das scheine eine noch höhere Temperaturstufe zu bedeuten. Auch Lockyer [70] kommt auf seine früheren Anschauungen zurück.

Einen neuen Anstoss erhält die Frage, als Hartmann und Eberhard [91] finden, dass der unter Wasser brennende Mg-Bogen die Linie 4481 giebt, und zwar intensiver, als 4352, und dass dasselbe der Fall ist, wenn der Bogen in einer Wasserstoffatmosphäre brennt, es ist klar, dass hier von einer er-

heblichen Steigerung der Temperatur nicht gesprochen werden kann, dass alle Schlüsse auf Temperatur aus dem Auftreten der Linien verkehrt sind. Dann findet Hartmann [92], dass die Linie 4481 auch im Bogen in Luft auftritt und desto stärker wird, je kleiner die Stromstärke ist. Von einer Wirkung gesteigerter Temperatur kann also wieder keine Rede sein. Scheiner [93] behauptet von neuem die Richtigkeit seiner Annahme, woran sich eine Polemik knüpft [95—97].

Huggins [94] veröffentlicht einige Photographieen, in welchen diese Linie je nach den Bedingungen des Funkens sehr verschieden stark und unscharf auftritt, die Stärke der Linie rühre her von „suddeness of the blow of the discharge“, weniger von Quantität und Spannung der Electricität. — Crew [112] meint ähnlich, die schnelle Aenderung der electromotorischen Kraft bedinge das Auftreten von Funkenlinien im Bogen.

Hemsalech [83] untersucht den Einfluss der Selbstinduction: die Linie 4481 im gewöhnlichen Funken hat bei ihm die Intensität 100, nimmt aber mit Selbstinduction sehr schnell ab, so dass schliesslich nur Spuren von ihr an den Electroden sichtbar bleiben. Die Linie 4352 dagegen hat z. B. die Intensität 5, sinkt nur auf 4 herunter, und die Tripletlinie 3838 sinkt von 100 auf 50. — Aehnliche Resultate findet Eginitis [103]: alle Linien werden durch Selbstinduction geschwächt, aber 4481 viel mehr, als etwa die Tripletlinien; sie verschwindet schliesslich ganz. Dabei erhitzen sich die Electroden stark; ihre Abkühlung bringt die Linie wieder zum Vorschein. — Auch Schenck [81] findet diesen Einfluss der Temperatur der Electroden.

Eine ganze Reihe von Beobachtungen beziehen sich auf den Bogen: Crew fand, dass im rotierenden Bogen, in welchem der Bogen fortwährend unterbrochen und wieder entzündet wird, die Linie 4481 eine der stärksten ist, und durch Wasserstoffatmosphäre noch verstärkt wird, auf etwa das zehnfache [77]. Dann findet Porter [86], dass beim rotirenden Bogen in Stickstoff die Intensität auf etwa $^1/_5$ sinkt, während die übrigen Linien fast unbeeinflusst bleiben. Die Versuche von Hartmann und Eberhard sind schon genannt.

Dann untersucht Barnes [115] den Einfluss der Stromstärke und des Gasdruckes. Während die sämmtlichen Bogenlinien nur wenig beeinflusst werden, verändert sich 4481 sehr stark: bei der Stromstärke 6 Amp. ist die Linie in Luft bei einem Druck von 760 mm und bei 1 mm unsichtbar, bei 3.5 Amp. sind die Intensitäten 1 und 20, bei 1.0 Amp. 10 und 20, bei 0.5 Amp. 15 und 20. In Wasserstoff sind die Intensitäten bei 1 resp. $^1/_2$ Atm. bei 3.5 Amp. 5 und 10, bei 0.5 Amp. 15 und 15, die übrigen Linien nehmen in Wasserstoff mit der Stromstärke sehr stark ab. — Die Linie 4481 tritt zuerst an der Kathode auf.

Schon vorher haben auch Fowler und Payn [102] angegeben, dass bei niedrigem Druck die Linie sehr stark werde.

Wilsing [73] fand, dass im Funken unter Wasser sich diese Linie in ein breites Band verwandelt, Lockyer [85] dagegen veröffentlicht eine Photographie, welche zeigt, dass die Linie unter denselben Bedingungen ganz weggeblieben ist. Wenn Lockyer dazu bemerkt, es sei eine Linie hoher Temperatur, und vielleicht hindere die abkühlende Wirkung des Wassers ihr Auftreten, so hat er offenbar nicht daran gedacht, dass sie im Bogen in Wasser grade erscheint. — Finger [136] erhält die Linie im Funken unter Wasser stark diffus verbreitert und umgekehrt.

Endlich wäre zu erwähnen, dass Crew [87] die Wellenlänge merkwürdig variabel findet, Hartmann [90] giebt an, sie werde am schärfsten, wenn man Funken im Vacuum mit vorgeschalteter Funkenstrecke benutzt.

Es sind damit nur die wichtigeren Angaben über diese Linie zusammengestellt. Fassen wir alles zusammen, so ergiebt sich, dass sie nie in der Flamme beobachtet ist, wohl aber im Funken und im Bogen. Im Funken steht sie in einem gewissen Gegensatz zu den Tripletserienlinien, während man dies für den Bogen nicht sagen kann. Wovon ihr Erscheinen abhängt, hat sich nicht sicher feststellen lassen, und es ist hier auch nicht der Ort, die Frage nach dem Unterschied von Funken- und Bogenlinien zu discutiren, auf den eine Reihe neuerer Beobachtungen interessantes Licht werfen. Nur soviel steht fest, dass man sie nicht als Maassstab für die Temperatur gebrauchen kann.

Es finden sich in der Literatur noch zahlreiche Angaben über das Verhalten anderer Magnesiumlinien und die Veränderlichkeit des Spectrums unter verschiedenen Bedingungen. Ich führe im Folgenden die wichtigsten kurz an.

Crew [78] sagt, dass bei rotirendem Bogen in Wasserstoff neben 4481 noch 2936 und 2928 gestärkt werden, dagegen 4571, 2852, 2768 geschwächt werden. — Porter [86] findet, dass in N 4481 zwar geschwächt werde, nicht aber 4571, 2852, während in Ammoniak 4571 etwas, 2852 sehr geschwächt wird. In Ammoniak und Sauerstoff erscheinen kräftig Linien 4580, 4434, 4430, 4390, von welchen im Bogen in Luft nur Spuren sichtbar sind. — Fowler und Payn [102] erhalten dieselben Linien nebst 4385 vom Bogen unter kleinem Druck, dabei wird auch die Rydbergsche Serie und 4481 stark. Weitere Angaben siehe bei King [99].

Brooks [140] findet, die beiden Linienpaare 4434, 4430 und 4390, 4385 schienen im Wesentlichen nur durch grosse Stromdichte bedingt. Im Bogen in Wasserstoff sei sehr auffallend die grosse Intensität des Triplets bei 3838. — Ueber das Verhalten der Linie 4571 siehe weiterhin.

King [114] untersucht auch im electrischen Ofen. 4571 wird unverhältnissmässig stark. Die Rydbergsche Serie fehlt ganz, die langwelligen Glieder der Tripletserien sind relativ stärker — wie es der niedrigen Temperatur entspricht. — Loving [119] erzeugt einen besonderen Bogen im Vacuum und giebt einen Vergleich der zum Theil recht abweichenden Intensitäten gegen Funken und Bogen.

Ferner sind die Untersuchungen am Funken zu nennen, welche hauptsächlich die Selbstinduction betreffen Hemsalech [179, 83], Eginitis [103], King [110] Letzterer giebt an, die erste Nebenserie werde stärker geschwächt, als die zweite, und zwar desto mehr, je kürzer die Wellenlänge ist Ferner werden stärker geschwächt 4481, 3896, 3892, 3937, 3929, 2802, 2798, 2795, 2790 Capacität wirkt grade umgekehrt, wie Selbstinduction

Im Funken nach Lösungen treten auf nach Lecoq [14] 5528, b, 4703, 4481 Demarçay macht auch Angaben für das Ultraviolett, wo namentlich das Triplet 3838 dominirt (siehe Tabelle) Hartley [46] erhält im kurzwelligen Theil 4481, I N 4, I N 5, 2935, 2928, 2852, 2802, 2798, 2795, 2790, II N 6 Die Triplets verschwinden bei zunehmender Verdünnung, die Linien 2935 und 2790 sind noch bei einer Lösung 1 10000 vorhanden

Morse [109] findet im Wehneltunterbrecher nicht die Linien 5711, 5529, 3437, dagegen treten neu auf 4966, 4960, 3341, auch sonst sind zahlreiche individuelle Intensitätsunterschiede gegen Bogen und Funken vorhanden, das Triplet 3838 ist unverhältnismässig stark

Wenden wir uns endlich zu Mg in Flammen oder zu brennendem Mg, so giebt Lockyer [48] an b, 4586 und 5201 Die beiden letzteren Linien sind wohl sicher falsch gemessen 4584 ist zwar von Kirchhoff, Thalén, Liveing und Dewar, Exner und Haschek beobachtet, aber ausschliesslich im Funken, bei Lockyer wird es wohl 4571 gewesen sein 5201 ist überhaupt keine vorkommende Linie, Lockyer wird wohl das Mg-H-Band 5211 gesehen haben — Liveing und Dewar [32] sehen die Gruppe b, 4571 und 2852 Hartley [58] führt 3852 und 2852 an, ersteres gehört aber wohl sicher auch zu den Oxydbanden Später geben Hartley und Ramage [80] b, 4571, von 4100 an continuirlichen Grund Eder [98] photographirt b, 4571, I N 4, II N 4, I N 5, 2852 neben Oxydbanden Die Abhandlung enthält auch eine vortreffliche Photographie. — Olmsted [122] endlich erhält von allen Salzen in der Sauerstoff-Leuchtgasflamme 4571, II N 3, I N 4, und Oxydbanden

Bei der Explosion von Gasen, denen Mg-Staub beigemischt ist, erscheint die b-Gruppe unvollständig [44]

1. Linienspectrum.

	Paschen (137)	
	23991 3	15Bd?
	23977 1	8Bd?
	23963 6	5Bd?
S2	17108 1	60
	15768 3	35
	15759 1	10
H3	15028 3	60
	14877 1	100 d?

	Paschen (137)	Hermann (105)	Lehmann (76)	Becquerel (38) Funke	Saunders (116) Bogen
	12083 2 50				
	11828 8 120				
	11054 3 15 Zn?				
	10969 85 20				
	10963 2 10				
	10812 9 30				
	9258 3 30				
	—	9224 44 00	9110	9200 u	
	—	8929 35 2	8920	—	
S 3	8807 3 200	8806 96 8	8800	—	
	—	nicht vorhanden	8530	—	
	—	nicht vorhanden	8500	—	
	—	—	—	8190	
	—	nicht gefunden	7950	7900	
	—	nicht gefunden	7780	7750	
H 4	7656 6 35	—	—	—	
	—	—	—	7450	
H 5	6315 6 5	—	—	—	6319
H 6	5783 4 3	—	—	—	—

Becquerel macht spater andere Angaben, namlich [39, 40] 11300, 10300, 8750, endlich [42] 12120, 12000 d?, 10470?, 8990 (vielleicht mehrfach).

	Kayser u Runge (52) Bogen	Rowland in Sonne (64)	Exner u Haschek (108) Bogen	(88) Funke	Eder (98) Funke	Morse (109) i Wehnelt	
	5711 56 2	5711 313			5711 5 4		
S 4	5528 75 6	5528 641			5528 74 4		[1]
	—	—			—	5527 5	
II N I 3	5183 84 10R	5183 791			5183 79 10		[1]
II N II 3	72 87 10R	72 866			72 87 9		[1]
II N III 3	67 55 8R	67 488			67 49 8		[1]
	—	—			—	4966 5	
	—	—			—	4960 5	[14]
	4730 42 1u	—			—		
S 5	03 33 8r	4703 177	4703 4	4703 4 2u	4703 29 3		[1]
	—	—	—	4584 3 1u	—		[11][15]
	4571 33 4	4571 275	4571 31 5	71 24 1	—		

1) Auf Zeeman-Effect untersucht

2) Von Demarçay [63] im Funken nach Chloridlosung gemessen Er giebt noch einige sonst unbekannte Linien, die aber wohl zu den Banden gehören

3) Auch Hemsalech [83] giebt diese Linien im Funken

4) Saunders [116] giebt hier 3731

5) Saunders [116] giebt hier 3051

6) Saunders [116] giebt hier 2833

7) Saunders [116] giebt hier 2729

	Kayser u Runge (52) Bogen	Rowland in Sonne (64)	Rowland (54) Bogen	Exner u. Haschek (108) Bogen	Exner u. Haschek (88) Funke	Eder (98) Funke	Hartley u Adeney (45) Funke	Morse (109) i Wehnelt	Fowler (101)	Fowler u Payn (102) Funke	
S'	—	—		—	4510 9 1u	—	—	—	4511 4	—	
	—	—		—	4481 3 50	4481 34 10u	4480 1	—	—	—	2) 9) 11)
	—	—		—	—	—	—	—	—	4434	12) 17)
	—	—		—	—	—	—	—	—	4429	
	—	—		—	4393 5 2u	—	—	—	—	4391	10) 11)
	—	—		—	—	—	—	—	—	4385	
S 6	4352 18 8r	4352 083		4352 35 10r	4352 4 2u	4352 2 2u	—	—	—	—	2)
S'	—	—		—	—	—	—	—	4251	—	
S 7	4167 81 1u	—		4167 8 5r	4167 7 1u	—	—	—	—	—	
S'	—	—		—	—	—	—	—	4106 8	—	
S 8	4058 45 2U	—		4059 15 2v	—	—	—	—	—	—	
S'	—	—		—	—	—	—	—	4018 3	—	
S 9	3987 08 2U	—		—	—	—	—	—		—	
	—	—		—	—	—	—	—		—	13)
	—	—		—	3898 3 1u	3898 20 1u	—	—		—	11)
	—	—		—	95 88 5	95 82 3u	3896 0	—		—	11)
	—	—		—	—	93 34 1u	—	—		—	
	—	—		—	92 20 3	92 11 2u	92 0	—		—	11)
	—	—		—	90 50 2	90 33 1u	90 33	—		—	11)
	—	—		—	—	—	—	—		3879	3)
	—	—		—	—	—	—	—		3860	3)
	—	—		—	54 5 2u	54 27	55 5	3855			11)
	—	—		—	50 2 1u	—	—	—			
	—	—		—	49 3 1u	49 02	49 5	—			2) 11)
	—	—		—	—	48 02	—	—			
I N I 4	3838 44 10R	3834 435		3838 45 100	38 43 500R	38 42 10R	37 1	—			1) 2)
I N II 4	32 46 10R	32 450		32 49 50	32 44 300R	32 46 9R	32 1	—			1) 2)
I N III 4	29 51 10R	29 501		29 51 30	29 50 200R	29 47 8R	29 2	—			1) 2)
	—	—		—	—	—	3765 3	—			
	—	—		—	—	—	—	—			4)
	—	—		—	—	—	—	3437 5			
	—	—		—	—	—	—	3341 0			

II N I 4	3336 83 10R	3336 820		3336 83 10	3336 90 8r	3336 89 8	3336 3				
II N II 4	32 28 8U	32 326		32 31 8	32 42 5r	32 38 5	31 8				
II N III 4	30 08 8u	30 044		30 09 5	30 20 3	30 15 3	29 1				
	—	—		—	—	3139 6 1u	3139 3				
	—	—		—	—	35 1 1u	34 3				
	—	—		—	3106 5 2u	07 14 2	07 0				11)
I N I 5	3097 06 10R	3097 008 5		3097 08 20R	3097 2 2u	3097 11 2	3096 2				
I N II 5	93 14 8R	93 089 1		93 14 20R	93 25 2u	93 17 2	91 9				
I N III 5	91 18 8R	91 117 4		91 20 20R	91 25 1u	91 24 1	89 9				
	—			74 20 2	74 1 2u	74 11 2	71 6				11) 16)
	—			—	—	50 75 1	—				5) 16)
	—			—	—	46 80 1	46 0				16)
	—			—	—	2943 87 1	—				
II N I 5	2942 21 8u			2942 22 3r	2942 18 1r	—	41 6				
II N II 5	38 67 6u			38 70 3r	—	—	—				
II N III 5	36 99 4u			37 00 3r	36 80 200	36 81 10u	35 8				11)
	36 61 4			36 37 3	—	—	—				
	28 74 4			28 9 2	28 93 200	28 89 10R	28 1				1) 11)
	15 57 4			15 62 10	15 60 10	15 58 6	13 8				11)
	—			—	—	—	2884 3				
I N I 6	2852 22 10R		2852 239	2852 25 500R	2852 20 100R	2852 29 7R	51 2				
I N II 6	48 53 4U		—	48 7 3	—	48 44 2	47 9				
I N III 6	46 91 4U		—	47 1 2	—	47 08 2	45 9				
	—		—	—	—	—	—				6)
	—		—	17 2 1	17 0 2	17 29 2	—				
	—		—	15 8 1	15 8 2u	15 67 2	—				
	—		—	12 0 1	—	—	—				
	—		—	11 2 1	11 6 2u	11 35 2	—				
	—		—	09 2 2	—	09 88 2	—				
	02 80 10R		—	02 82 100R	02 80 500R	02 805 10R	—				1)
	2798 07 4		—	2798 10 2	2798 17 100R	2798 12 5R	—				11)
	95 63 10R		—	95 64 200R	95 62 500R	95 632 10R	—				1)
	—		—	95 01 2R	—	—	—				
	90 88 4		—	90 97 5	90 99 100R	90 97 10R	—				11)

8) Diese Linie ist von Liveing und Dewar gemessen 9) Nach Lockyer [123] enhanced line 10) Nach Lockyer [123] enhanced line, er giebt aber 4395 0 11) Nach Steinhausen [104] enhanced line 12) Brooks [131] bestimmt die Wellenlangen dieser vier Linien zu 4433 6, 4428 2, 4380, 4385 und macht Angaben uber ihr Erscheinen oder Fehlen

	Kayser u Runge (52) Bogen	Rowland (54) Bogen	Exner und Haschek (108) Bogen	(88) Funke	Eder (98) Funke	Hartley u Adeney (45) Funke	
	2783 08 8R	2783 077	2783 08 20R	2783 08 6	2783 077 6	—	
IIN III6	81 53 8R	81 521	81 51 20R	81 52 5	81 521 5	—	
	79 94 10R	79 935	79 95 30R	79 93 10R	79 935 10	—	
IIN II6	78 36 8R	78 381	78 40 20R	78 34 5	78 381 5	—	
IIN III6	76 80 8R	76 798	76 82 20R	76 77 6	76 798 6	—	
	68 57 4r		68 6 1u	—	—	—	
	65 47 4r		65 5 1u	—	—	—	
IN I7	36 84 2U		36 8 1u	—	36 81 1u	—	
IN II7	33 80 2U		33 7 1u	—	33 3 1u	—	
IN III	32 35 2U		—	—	—	—	
	—		—	—	—	—	7)
IIN I7	2698 44 2u		2698 5 1u	—	—	—	
IIN II7	95 53 2u		—	—	—	—	
IIN III7	93 97 2u		—	—	—	—	
IN I8	72 90 1u		73 2U	—	—	—	
IN II8	69 84 1U			—	—	—	
IN III	68 26 1U			—	—	—	
	—			2659 5 1u	2660 0 1U	2658 4	11)
IIN I8	49 30 1U						
IIN II8	46 61 1U						
IIN III8	45 22 1U						
IN I9	33 13 1U						
IN II9	30 52 1U						
IN 10	(05 4)						8)

Handke [142] misst noch folgende Linien mit kurzerer Wellenlange, die Wellenlangen gelten fur das Vacuum

1930 9	6	1753 0	3	1741 4	5
1886 8	5	50 7	2	36 3	2
64 1	4	50 0	1	34 0	1
55 9	5	46 7	1		
39 6	3	44 1	5		

Verbindungsspectra.

Ein Bandenspectrum des Mg ist nicht bekannt, wenn es auch moglich erscheint, dass Theile der Banden, welche dem Oxyd zugeschrieben werden, in Wahrheit zu Mg selbst gehoren Namentlich diejenigen dieser Banden, welche im Ultraviolett liegen, haben eine so complicirte Structur, scheinen aus Serien zu bestehen, die theils nach Roth, theils nach Violett abschattirte

13) Brooks [131] findet hier noch die Linien 3938, 3900, 3895, 3853, 3848

14) Liveing und Dewar [32] finden im Funken noch eine Linie 4808

15) Diese Linie ist auch von Kirchhoff, Thalén und Liveing und Dewar gefunden

16) Diese Linien sind auch von Liveing und Dewar [49] bei Funken im Vacuum beobachtet

17) Fowler [141] misst die Linien spater zu 4434 20, 4428 20, 4390 80, 4384 86

Bander enthalten, dass man sich schwer einen einheitlichen Ursprung derselben denken kann Hartley [130] halt alle diese Banden fur solche des Mg selbst

Beschrieben sind Banden von Verbindungen mit O, H, Fl, Cl, Br, J, vermuthet sind noch Spectra vom Sulfat und von einer Stickstoffverbindung. Aber alle diese Spectra sind noch sehr wenig bekannt

1. Das Oxydspectrum.

Lecoq [14] hat zuerst im Funken nach der Chloridlosung Banden im Grun bemerkt, die nach Violett abschattirt sind, und eine ausserst characteristische Gruppe bilden Dann hat Watts [16] sie im Lichte verbrennenden Mg-Bandes gemessen, Gouy [17] sie in der Spitze des Bunsenbrenners gesehen, dem Mg-Staub zugefuhrt wurde Ciamician [19] erhalt sie im Funken nach Losung, ebenso Liveing und Dewar [204] Dieselben [32] finden sie dann auch im brennenden Mg, und im Funken zwischen Mg-Electroden, wenn diese sich in Luft, O, auch wohl CO_2 befinden, nicht in N oder H — Dann beschaftigt sich Lockyer [48] mit der Bandengruppe, findet sie auch in Vacuumrohren mit Mg, misst die Kanten [50], und will die starkste von ihnen mit der Hauptnebellinie identificiren Eder [47] veroffentlicht eine Photographie von brennendem Band, welche die Gruppe gut zeigt, weniger brauchbar ist eine spätere Photographie [53] — Crew und Basquin [61] erhalten die Bander im rotirenden Bogen und von brennendem Band und messen die Kanten Demarçay photographirt sie nach Funken in Losung [63], Hartley und Ramage [80] messen sie im brennenden Band Porter [86] findet sie im rotirenden Bogen, wenn derselbe in Luft brennt, starker in O, sie verschwinden in N Eine prachtvolle Photographie veroffentlicht Eder [98], Morse [109] sieht sie im Wehneltunterbrecher, Hagenbach und Konen [120] photographiren sie im gewohnlichen Bogen. — Bei noch langeren Wellen liegen weitere Banden, solche werden von Morse [107] und Brooks [139] angegeben, und auch die Photographie und Messung von Eder [98] giebt hier zahlreiche Details Ihr Ursprung ist unbekannt

Die grune Bandengruppe ist die bestbekannte aller Mg-Verbindungen, sie tritt, wie wir gesehen haben, in der Flamme, im Bogen, im Funken, im Vacuum auf

Daneben haben Liveing und Dewar Banden im Ultraviolett entdeckt Sie beschreiben zuerst [32] ein unscharfes Triplet 3730, 3724, 3720, welche sie fur Linien halten und Flammentriplet nennen Später [49] zeigt sich, dass dies Banden sind, die zu einer grossen Gruppe gehoren, welche gezeichnet und gemessen wird Dann [33] finden sie das Flammentriplet auch im Funkenspectrum Die schon erwahnte Photographie von Eder [47] zeigt die Banden Auch Demarçay [63] misst die Banden im Funken nach Chloridlosung Hartley [58] bekommt vom Sulfat in der Knallgasflamme Banden im Ultraviolett, die aber nach der Messung wesentlich verschieden sind, so dass

Olmsted [122] sie für besondere Sulfatbanden hält Mir scheinen alle vorliegenden Messungen so unvollkommen, dass ich den Schluss nicht gelten lassen kann, und Hartley's Messungen bei den Oxydbanden gebe Hartley selbst [130] protestirt gegen die Erklärung von Olmstedt In der späteren Abhandlung [80] finden Hartley und Ramage hier nur continuirlichen Grund In der letzten Photographie von Eder [98] ist die Unklarheit dieser Banden deutlich zu sehen Dann ist Olmsted [122] zu nennen, der sie in der Sauerstoffleuchtgasflamme von allen Haloidsalzen erhält, und die Structur zu entwirren sucht, indem er sie in 7 Serien von Banden zerlegt, die theils nach Roth, theils nach Violett hinlaufen

In neuester Zeit hat sich Brooks [131, 134—140] viel mit dem Magnesiumspectrum beschäftigt, welches er erzeugt, indem er Entladungen zwischen Mg-Electroden in verschiedenen Gasen bei kleinem Druck übergehen lässt Bei bestimmten Entladungsbedingungen bildet sich eine Art Bogen, wenn das Gas Sauerstoff ist, so erscheinen neben der sehr starken, grünen Bandengruppe noch weitere, die ebenso gebaut sind und wohl zweifellos den gleichen Ursprung haben Banden beginnen schon im Roth, bei etwa 6589 In der Gegend der b-Linien liegt eine characteristische Gruppe, die Messungen stimmen gut mit denen von Eder [88] Dann folgt als stärkste die grüne Gruppe bis 5007, und eine dritte, gleich gebaute Gruppe, die hier zum ersten Mal gefunden ist, ihre Kanten liegen zwischen 4826 und 4771, reichen vielleicht bis 4730 — Von den ultravioletten Banden sagt Brooks, sie begannen bereits bei 4100

Es mögen nun die Zahlen zuerst für den langwelligen Theil folgen

Brooks (140)	Eder (98)		Brooks (140)	Eder (98)			Brooks (140)	Eder (98)	
6589 ungef	—		—	5447 8	1/2		—	5177 23	1 u
6314	—		—	45 8	1/2		5162	62 81	1/2 u
6063	—		—	43 7	1/2		—	60 68	1/2 u
5781	—		—	41 7	1/2		—	75 05	1/2 u
5477	—		—	39 4	1/2		—	53 66	1/2 u
—	5467 8	1/2	—	36 4	1/2		—	50 56	1/2 u
—	65 7	1/2	—	33 9	1/2		45	45 87	1/2 u
—	61 8	1/2	—	31 5	1/2		—	39 15	1/2 u
—	59 6	1/2	—	29 0	1/2		—	34 81	1/2 u
—	57 9		5284	—			—	30 34	1/2 u
—	55 8	1/2	5249	—			—	27 17	1/2 u
—	53 6	1/2	—	5210 7	4 u	1)	23	23 81	1/2 u
—	51 4	1/2	5205	05 6	1 u		10	10 18	1/2 u
—	49 5	1/2	5191	5191 6	1 u		—	5096 02	1 u

Morse [109] sieht dann folgende Bänder

5086 5, 5079 5, 5072, 5063, 5036, 5028 3, 5020

Nun folgt das grüne Band, welches vielfach gemessen ist

1) Dies ist wohl sicher die Kante der Wasserstoffverbindung, ist also hier zu streichen.

Eder (98)		Crew u Basquin (61)	Watts (16)	Lecoq (14)	Liveing u Dewar (49)	Lockyer (50)	Hartley (80)	Morse (109)
5007 44	10	5007 47	5006 0	5006	5006 4	5006 5	5004	5006
4996 85	8	4996 92	4996 0	4994	4995 6	4996 1	4993	4995
86 23	6	86 26	85 5	84	85 4	85 1	83	84
74 81	4	74 75	74 5	74	73 6	73 5	71	74
62 45	3	62 85	63 5	66	67 6	61 3	60	61 5
49 30	2	49 50	48 5	58	48 6	48 4	44	—
35 01	1	35 17	34	—	34 4	34 4	—	—
23 65	1	—	24	—	—	—	—	—
13 37	1/2	—	14	—	—	—	—	—
03 36	1/2	—	—	—	—	—	—	—

Dann folgt die neue Gruppe von Brooks [140] mit unscharfen Kanten bei 4826, 4820, 4811, 4802, 4791, 4781, 4771, sie erstreckt sich vielleicht bis 4730

Morse [109] giebt weiter zwei Bander bei 4449 0 und 4443 5

Diese Banden sind sammtlich nach kurzen Wellenlangen hin abschattiert

Sehr viel complicirter ist die ultraviolette Bandengruppe, welche aus Banden besteht, die theils nach Roth, theils nach Violett abschattirt sind Das geben schon Liveing und Dewar [49] an, und Olmsted [122] bestatigt es Mir scheint es danach sehr zweifelhaft, ob man es mit einer einheitlichen Gruppe zu thun hat

Wenn ich in der folgenden Tabelle die verschiedenen Messungen zusammenstelle, so hat ein solcher Vergleich grosse Bedenken bei einem solchen Gewirr ubereinander gelagerter Bandenserien entstehen je nach der Dispersion verschiedene scheinbare Maxima, wo gar keine sind Differenzen in den Messungen oder Uebereinstimmungen sagen also wenig aus.

Olmsted (122)		Eder (98)		Liveing u Dewar (49)	Hartley (58)		Demarçay (63)
3980 9	u r				3980	Anfang	
51 8	u r				—		
44 5	u r				—		
36 6	u r				—		
28 2	u r				3929	Kte u R	
21 2	u r						
14 6	u r						
—		3898 20	1 u				
—		95 82	3 u				
—		93 34	1 u				
—		92 11	2 u				
—		90 33	1				
3880 6	Kte u v	—			3883		3880 0 Max
—		65 96	1	3865	74		
—		61 56	1/2				

Olmsted (122)		Eder (98)		Liveing und Dewar (49)	Hartley (58)	Demarçay (63)	
3859 9	u	3860 28	½	3860		—	
—		58 88	½	58		—	
55 2	u	55 92	1	55	3856	3854 3	Kte
—		54		—	—	—	
—		53		—	52 Linie?	—	
—		50		—	—	—	
47 5	u	48 40	2	48	—	49 0	Kte
—		47 21	½	—	—	—	
—		44 75	2	45	—	—	
—		42 16	1u	41	—	—	
38 4 ?		—		—	—	—	
32 7	Kte u r	—		—	34	—	
29 3	Kte u r	—		—	—	27 0	Anfang
24 6	Kte u v	—		—	—	23 6	
22 7	Max	23 93	1u	24	—	22 3	
20 7	Kte u r	—		—	—	20 0	
18 3	Kte u v	17 19	1u	—	—	18 9	
15 7	Max	—		15	—	16 9	
12 4	Kte u r	—		—	—	14 2	
10 3	Kte u v	10 65	2u	10	—	11 3	
07 4	Max	—		—	—	06 0	
05 7	Kte u r	05 67	1	06	05	04 8	
02 2	Kte u v	04 51	1	—	—	—	
3798 3	u	3798 49	1	3799	—	3799 1	Ende
95 8	Kte u r	—		—	—	—	
92 3	u	—		90	—	—	
87 9	Kte u r	—		—	—	—	
82 8	u	84 4	½u	82	—	—	
77 5	Kte u r	78 33	½u	77	—	79 1	Kte
73 0	u	72 88	1	72	—	75 8	Kte
69 9	Kte u r	—		—	—	—	
66 4	u	66 42	1	—	—	—	
63 6	Kte u r	—		65	—	63 7	Max
59 2	u r	56 11	½	56	—	—	
51 3	Kte u r	51 58	½	50	—	—	
45 9	Kte u r	46 22	½	—	—	41 1	Ende
37 5	Kte u r	—		—	3739	—	
31 3	Mitte	31 11	½	30	33	—	
25 0	Mitte	25 76	5u	24	—	—	
—		24 74	6u	—	—	—	
19 9	Mitte	21 34	8u	20	—	—	
—		20 65	10u		—	—	
12 9	Mitte	14 39	½		14	—	
09 4	Kte u r	—			09	—	
08 2	Mitte	06 91	½		—	—	
04 5	Kte u r	04 29	½		—	04 2	Anfang
03 1	Mitte	01 64	½		—	—	
3694 6	Kte u r	3694 94	½		—	3694 5	Max
91 2	Kte u r	90 95	½		—	—	
—		88 53	½		—	88	Ende
—		86 59	½		—		

Olmsted (122)		Eder (98)	Hartley (58)
3684.3	Kte. u. r.	3684.45 1/2	3682
—		83.30 1/2u	80 Ende
—		81.24 1/2u	
75.6	Kte. u. r.	75.78 1/2u	
71.7	Kte. u. r.	72.23 1/2u	
64.7	Kte. u. r.	—	
60.5	Kte. u. r.	59.89 1/2u	
33.5	Mitte	34.28 1/2u	
27.3	Mitte	27.83 1/2u	
20.9	Mitte	21.34 1/2u	

2. Die Wasserstoffverbindung.

Im Jahre 1878 beobachteten Liveing und Dewar [21] in einem vertical im Ofen stehenden Eisenrohr, in welches Mg mit K oder Na geworfen wurde, zwei scharfe Absorptionslinien bei 5210 und 5184, die sich mit steigender Temperatur verbreitern. Kurz darauf [22] finden sie dieselbe Linie im Funken von Mg in Wasserstoff, wenn die Entladungen schwach sind und keine oder nur eine kleine Leidener Flasche benutzt wird. Daran schliesst sich eine Serie von Linien, die nach Violett lauft. Alle diese Linien erscheinen nur in der Nahe der Electroden, verschwinden, wenn N statt H benutzt wird. Dann [24 a] finden sie dieselben Linien im Bogen, der in einem Kalkblock brennt, wenn Mg eingeführt wird und ein Strom von H oder Leuchtgas zugefuhrt wird. Die Linien erscheinen in Emission oder in Absorption, verschwinden, sobald der Gasstrom aufhort. Dann [26] finden sie die Linien wieder im Funken in Wasserstoff, desto heller, je kleiner der Druck ist, nicht in N oder CO, sie treten ferner auf im Bogen in H oder Leuchtgas, sie und die Serie sind sichtbar in brennendem Mg, besonders hell, wenn man dies in einen Strom von H, Leuchtgas oder Wasserdampf halt. Liveing und Dewar meinen nach Allem, dass die Gegenwart von Wasserstoff nothig sei, ohne behaupten zu wollen, dass es sich um eine Verbindung mit Wasserstoff handle.

In der Hauptabhandlung uber Mg [27] geben dann Liveing und Dewar eine Zeichnung des Spectrums, welches aus 3 Bandengruppen besteht, von welchen die mittelste als starkste bis dahin allein beobachtet war. Hier wird auch eine Zeichnung von Ciamician [31] besprochen, welche unmoglich richtig sein konne, vielleicht durch das Swan-Spectrum verunreinigt ist.

Wahrscheinlich hat auch Lockyer [23] die Kante von Mg-Band in der Bunsenflamme erhalten.

Auch Hartley und Ramage [80] beobachten die Bander bei Mg in der Knallgasflamme, Basquin [81] im rotirenden Bogen in Wasserstoff, Porter [83] ebenso in H und NH_3. Fowler und Payn [102] sehen die drei Bandengruppen stark im Bogen unter kleinem Druck, wobei der nothige

Wasserstoff von den Electroden selbst hergegeben wird. Endlich macht Fowler [125] die sehr interessante Bemerkung, dass diese Banden in den Sonnenflecken stark auftreten, dass sie wahrscheinlich schwach auch im allgemeinen Sonnenspectrum vorhanden sind.

Dann hat sich Brooks [131, 140] in zwei Abhandlungen eingehend mit diesen Banden beschäftigt. Er findet, dass viel eher Wasserdampf als Wasserstoff die Entstehung der Banden begünstige, dass ihr Auftreten von der Entladungsart abhänge, namentlich grosse Energie sie verstärke. Er sagt: „It is very suggestive that no increase in the extent and brightness of this spectrum is noticed when a hydrogen atmosphere is used, instead of one in which hydrogen is only due to occluded gas or water vapor and that in the latter case never gets used up, with the disappearance of the corresponding spectrum, as a trace of oxygen does. It is also suggestive that the most important factor appears to be current density at the electrode. Whenever this becomes great enough, the hydride spectrum appears, in spite of efforts to eliminate hydrogen, whereas when it is small, as in ordinary spark discharges, that spectrum is either faint or altogether absent, even in an atmosphere of hydrogen."

Brooks scheint daher anzunehmen, dass zwar aus irgend einem Grunde die Gegenwart von Wasserstoff nöthig ist, dass es sich aber wohl nicht um ein Verbindungsspectrum handelt, sondern um einen besonderen Zustand des Emissionscentrums. Mir scheint, man könnte dann daran denken, dass es sich um das Bandenspectrum des Mg selbst handelt, dass der Wasserstoff nur nothwendig ist, um entweder die Oxydation zurückzuhalten, oder um eine besondere Erregungsart zu begünstigen.

Die besten Photographieen erhält Brooks vom Bogen in Luft unter kleinem Druck, und eine solche Photographie ist veröffentlicht. Sie zeigt, dass das Spectrum sich nicht auf die drei Bandengruppen von Liveing und Dewar beschränkt, sondern das ganze sichtbare Gebiet erfüllt.

Eine umfangreiche Abhandlung liefert endlich Fowler [141], der einen Bogen zwischen Mg-Stäben in einer Wasserstoffatmosphäre, am besten von 3 bis 7 mm Druck, benutzt. Er findet — wie schon vorher Brooks — dass, wenn man den Bogen in stark verdünnter Luft entzündet, anfangs nur die Oxydbanden auftreten. Aber bald ist der Sauerstoff verbraucht, diese Banden verschwinden und die Banden der Wasserstoffverbindung treten auf, wobei der Wasserstoff vom Mg selbst geliefert wird, welches erhebliche Mengen desselben occludirt. Wenn man dagegen die Luft sorgfältig durch Wasserstoff ersetzt hat, treten sofort die Hydridbanden auf. In N erscheinen weder sie noch die Oxydbanden.

Fowler meint, alles spreche dafür, dass es sich wirklich um eine Wasserstoffverbindung handle, von welcher eine sehr kleine Menge ausreiche, und die vielleicht sofort nach ihrer Bildung wieder zersetzt werde. —

Vom äussersten Roth bis zur Kante 5621 sieht man eine grosse Zahl schwacher Linien, die unregelmässig gelagert sind, und unter denen keine

Kante sichtbar ist — In den drei von Liveing und Dewar gegebenen Bandengruppen verschwinden bei grosserer Dispersion die weiteren Kopfe vollstandig, man erkennt nur je den ersten Kopf

Die erste Gruppe 5621 beginnt mit einer Serie schwacher Linien; erst weiterhin wachst die Intensitat, und die Linien lassen sich verfolgen bis zur nachsten Kante bei 5211 Auch dieses zweite Band beginnt mit schwachen Linien, und wird wieder sehr schwach, wenn man sich dem dritten Band bei 4844 nahert Dies ist am complicirtesten gebaut, hat sein Maximum bei 4780, und lasst sich verfolgen bis zur nachsten Kante bei 4371 Auch das ganze ultraviolette Spectrum ist voll von Linien, ein dem grunen ahnliches Band beginnt bei 2430, und zwischen 3100 und 2940 sieht man eine Serie von Paaren, wie sich ahnliche im ersten und zweiten Band finden Eigenthumlich sind ferner dem Spectrum Flecke unaufgelosten continuirlichen Grundes

Fowler misst die Linien der drei ersten Hauptgruppen und sucht Linienserien heraus Keine der bekannten Formeln ist im Stande, sie genugend darzustellen

Photographieen einzelner Theile des Spectrums in grosserem Maassstabe begleiten die Abhandlung, welche auch die Identitat dieser Banden mit solchen in Sonnenflecken beweist

Liveing und Dewar (27)	Hartley und Adeney (80)	Fowler (141)
5618	5618—5578	5621 57
5566	5566—5526	—
5513	5513—5458	—
5210	5210—5183	5211 115
5181	5180—5112	—
4849	4849—4813	4844 92
4803	4803—4772	—
—	—	4371 83
—	—	2430

3. Fluoridspectrum.

Diese Bandengruppe ist ausschliesslich von Olmsted [122] gefunden und gemessen worden Er erhielt sie sowohl in der Sauerstoffleuchtgasflamme als auch im Bogen Das Spectrum ist ausserst schwach und liess sich nur angenahert feststellen Im Ganzen besteht das Spectrum aus zwei Bandengruppen, von 3594 bis 3559 und von etwa 3500 bis 3432 reichend Beide sind nach kurzen Wellen hin abschattirt In der ersten Gruppe sind etwa 12 Kantenpaare sichtbar, in der zweiten 16 einzelne Kanten, die aber nicht alle messbar waren Die Zahlen sind

3594 08	24	Kante	3569 92	6	Mitte eines Kantenpaares
92 71	18	„	66 25	4	„ „ „
90 40	20	„	62 95	4	„ „ „
89 03	10	„	59 45	2	„ „ „
88 10 }	18	„	3492 96	2	Kante
86 84 }	20	„	90 74	3	„
84 50 }	16	„	88 48	2	„
83 06 }	16	„	85 93	1	„
80 94 }	13	„	72 42	2	„
79 55 }	13	„	67	1	„
76 90	10	Mitte eines Kantenpaares	40 69	2	„
73 41	8	„ „ „	32	1	„

4. Chloridspectrum.

Auch diese Banden sind ausschliesslich von Olmsted [122] in der Flamme gefunden worden und sind sehr schwach, sie werden von Oxydbanden zum Theil verdeckt Das Spectrum besteht aus einer Gruppe von 5 breiten Linien oder Banden zwischen 3833 und 3808, und einer Bandengruppe von 3778 bis 3745, welche nach kurzen Wellenlängen abschattirt ist. Die Zahlen sind

3833 6	4	Mitte	3769 89	16
28 9	6	„	67 16	10, 16, Paar
23 0	8	„	63 76	8, 10, Paar
15 3	10	„	59 96	8 Paar
08 1	12	„	56 11	4 Paar
3778 68	10		51 24	
75 38	20		45 98	
71 81	16			

5. Bromidspectrum.

Die Banden sind ebenfalls nur von Olmsted [122] gesehen, und da sie sehr schwach sind und durch Oxydbanden bedeckt werden, nur angenähert gemessen Das Spectrum besteht aus einer Reihe breiter diffuser Banden von 4007 bis 3925, und aus zwei aneinander grenzenden Bandengruppen zwischen 3880 und 3855 Die Banden und Gruppen sind auch hier nach kurzen Wellenlängen hin abschattirt

4007 2	3880 29	8	Kante	3863 95	6
3989 2	77 96	8	Paar	62 73	6
77 2	75 23	7	„	61 58	6
63 3	72 48	8	„	60 21	10
44 8	70 14	5	„	55 29	
25 4	67 41	5	„		

6. Jodidspectrum.

Olmsted [122] erhält in der Flamme ein äusserst schwaches nach kurzen Wellenlängen abschattirtes Band. Er misst

4146	1	vielleicht Kante
4108 9	2	Kante
07 3	3	Maximum
02 3	3	Maximum
3472 3	0	wahrscheinlich nur Spuren von Oxydbanden.
28 9	0	

7. Nitridspectrum?

Hartley [126] lasst Funken zwischen Mg-Electroden bei einem Druck von etwa 5 mm ubergehen Er erhalt zwei starke Linien bei 5209 und 5200, und neben N-Banden eine Gruppe von schmalen Banden, die in zwei Linien 3837 und 3830 endigen Er betrachtet diese vier Linien als Reste eines Spectrums, welches zur Stickstoffverbindung gehort

Brooks [140] bezweifelt die Richtigkeit der Angaben, da er die angegebenen Linien nicht findet Die Linien 5209 und 5200 liegen in der Gegend der stärksten Gruppe der Wasserstoffverbindung, die beiden andern sind wohl zwei Linien des starksten Triplets Dagegen findet Brooks, dass die Linie 4571 in N sehr stark wird, wahrend sie in Wasserstoff fast verschwindet, er betrachtet daher diese Linie als Kennzeichen einer Nitridbildung

8. Sulfatspectrum?

Es ist schon erwahnt, dass Hartley [58] die Banden misst, die auftreten, wenn man das Sulfat in die Knallgasflamme bringt Da die Messungen von den sonstigen der Oxydbanden erheblich abweichen, meint Olmsted [122], dass es vielleicht besondere Sulfatbanden gebe. Hartley [130] protestirt gegen diese Auffassung, da erstlich dieselben Banden auch von anderen Verbindungen erzeugt wurden, und zweitens das Sulfat in der Flamme sofort zerfällt

MANGAN (Mn = 54 93)

Literatur

[1] W A Miller, Experiments and observations on some cases of lines in the prismatic spectrum produced by the passage of light through coloured vapours and gases, and from certain coloured flames Phil Mag (3) **27** p 81—91 (1845) Salze in Alcoholflamme

[2] R Th Simmler, Beitrage zur chemischen Analyse durch Spectralbeobachtungen Diss Bern 1861, Pogg Ann **115** p 242—266, 425—451 (1862) In Bunsenflamme

[3] R Boettger, Zur Spectralanalyse Jahresber d physik Ver Frankfurt 1860/61, J f pract Chem **65** p 392—394 (1862) Chlorur in Bunsenflamme

[4] W A Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark Phil Trans **152**, I p 861—887 (1862) Funke, Ultraviolett

[5] A Mitscherlich, Ueber die Spectra der Verbindungen und der einfachen Korper Pogg Ann **121** p 459—488 (1864) Bandenspectrum in Flamme

[6] W Huggins, On the spectra of some of the chemical elements Phil Trans **154**, II p 139—160 (1864) Funkenspectrum

[7] J Plucker and S W Hittorf, On the spectra of ignited gases and vapours, with especial regard to the different spectra of the same elementary gaseous substance Phil Trans **155** p 1—29 (1865) Bandenspectrum

[8] E Diacon, Recherches sur l'influence des elements electro-négatifs sur le spectre des métaux Ann chim et phys (4) **6** p 5—25 (1865) Verbindungen

[9] J Muller, Spectralia Pogg Ann **128** p 335—336 (1866) Gegen Simmler (2)

[10] R Thalén, Om spectralanalys Upsala univ årsskr 1866 Funke, Zeichnung

[11] A J Ångström, Recherches sur le spectre solaire Upsala bei Schultz 1868 Messungen

[12] R Thalén, Mémoire sur la détermination des longueurs d'ondes des raies métalliques Nova acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868) Funkenspectrum

[13] A R Leeds, Spectra of metallic compounds Qu J of sc **8** p 59—64 (1871) Verbindungen

[13a] W M Watts, On the spectrum of the Bessemer-flame Phil Mag (4) **45** p 81 bis 90 (1873) Bandenspectrum

[14] Lecoq de Boisbaudran, Sur le spectre de l'acide borique Sur quelques particularités observees dans les recherches d'analyse spectrale C R **76** p 833—835 (1873) Bandenspectrum

[15] J N Lockyer, Researches in spectrum-analysis in connexion with the spectrum of the sun No I Phil Trans **163** p 253—275 (1873) Funkenspectrum

[16] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux Paris 1874 Funke nach Lösung und Chlorur im Flamme

[17] J N Lockyer and W Chandler Roberts, On the absorption-spectra of metals volatilized by the oxyhydrogen flame Proc Roy Soc **23** p 344—349 (1875) Absorption durch Metalldampfe

[18] A Gouy, Recherches sur les spectre des métaux a la base des flammes C R **84** p 231—234 (1877) Salze in Flamme

[19] G Ciamician, Ueber die Spectra der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen Wien Ber 76, II p 499—517 (1877) Funke nach Lösung, Linien und Banden

[20] J Rand Capron, Photographed spectra London 1877 Bogen

[21] J Parry and A E Tucker, On the application of the spectroscope to the analysis of iron and steel Engineering 27 p 127—128, 429—430, 28 p 141—142 (1879) Funke nach Lösung

[22] J Schonn, Ueber ultraviolette Strahlen Wiedem Ann 9 p 483—492, 10 p 143—148 (1880) Existenz ultravioletter Linien

[23] A Cornu, Sur le spectre normal du soleil, partie ultra-violette Ann école norm sup (2) 9 p 21—106 (1880) Einige Linien

[24] A Cornu, Sur les raies telluriques, qu'on observe dans le spectre solaire au voisinage des raies D J de l'école polyt 53 p 175—212 (1883) Einige rothe Linien

[25] R Thalén, Sur le spectre du fer obtenue à l'aide de l'arc électrique Nova acta reg soc sc Upsal (3) 12 p 1—49 (1884) Einige Linien

[26] G D Liveing and J Dewar, Spectroscopic studies on gaseous explosions Proc Roy Soc 36 p 471—478 (1884) Staub in explodirenden Gasen

[27] J N Lockyer, Researches on the spectra of meteorites Proc Roy Soc 43 p 117—156 (1887) In Flammen

[28] Fr Mc Clean, Comparative photographic spectra of the sun and the metals Monthly Not 52 p 22—23 (1891) Atlas des Funkenspectrums

[29] J Parry, The spectrum of iron and the periodic law Nat 45 p 253—255 (1892) Entwicklung von Mn-Dampfen aus erhitztem Eisen

[30] H Kayser und C Runge, Ueber die Spectra von Zinn, Blei, Arsen, Wismuth Abhandl Berlin Akad 1893, Wiedem Ann 52 p 93—113 (1894) Einige Linien Serien

[31] W N Hartley, Flame spectra at high temperatures I Oxy-hydrogen blowpipe spectra Proc Roy Soc 54 p. 5—7 (1893), Phil Trans A 185 p 161—212 (1894) In Knallgasflamme, Banden

[32] W N Hartley, Flame spectra at high temperatures II The spectrum of metallic manganese, of alloys of manganese, and of compounds containing that element — III The spectroscopic phenomena and thermo-chemistry of the Bessemer process Proc Roy Soc 56 p 192—193, 193—199 (1894), Phil Trans A 185 p 1029—1091 (1894)

[33] O Vogel, Ueber die Anwendung der Leuchtgassauerstoffflamme zu spectralanalytischen Mineraluntersuchungen Zs f anorg Chem 5 p 42—62 (1894) In Flamme

[34] A de Gramont, Sur les spectres d'étincelles de quelques minéraux (sulfures métalliques) C R 118 p 591—594 (1894) Funkenspectrum

[35] C J Lundstrom, Flame spectra observed at Swedish Bessemer works Proc Roy Soc 59 p 76—98 (1895). Banden

[36] E Demarçay, Spectres électriques Paris 1895 Funke nach Lösung

[37] H A Rowland, Preliminary table of solar spectrum wave-lengths, Chicago 1896—1898 Vorher erschienen in Astrophys J von Bd 1 an

[38] F Exner und E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber 104, IIa p 909—962 (1895), 105, IIa p 389—436 (1896), 106, IIa p 36—53 (1897)

[39] W J Humphreys, Changes in wave-frequencies of the lines of emission spectra Astrophys J 6 p 169—232 (1897) Druckverschiebung

[40] B Hasselberg, Untersuchungen über die Spectra der Metalle im electrischen Flammenbogen IV Spectrum des Mangans Kongl Svenska Vet Akad Handl 30 (1897).

[41] A de Gramont, Analyse spectrale de quelques minéraux non conducteurs par les sels fondus et réactions des éléments C R 126 p 1513—1515 (1898), Bull soc franç de Minéral (1898) Condensirter Funke nach geschmolzenen Mineralien

[42] A A Michelson, Radiation in a magnetic field Nat 59 p 440—441 (1899) Zeeman-Effect

[42a] J N Lockyer, Preliminary table of wave-lengths of enhanced lines Proc Roy Soc 65 p 452—461 (1900) Verstarkte Linien

[43] W E Adeney, Photographs of spark spectra from the large Rowland spectrometer Trans Roy Dublin Soc (2) 7 p 331—338 (1901) Funkenspectrum

[44] G A Hemsalech, Recherches experimentales sur les spectres d'etincelles These Paris 1901 Paris bei Hermann Selbstinduction

[45] O Lohse, Funkenspectra einiger Metalle Publ Astrophys Obs Potsdam **12** p 109—208 (1902)

[46] Ch de Watteville, Sur les spectres de flammes C R **135** p 1329—1332 (1902) Staub in Flammen

[47] F Exner und E Haschek, Tabelle der Funkenspectra Wien 1902

[48] F Exner und E Haschek, Tabelle der Bogenspectra Wien 1904

[49] C Fritsch, Das Bogenspectrum des Mangans Ann d Phys (4) **16** p 793—837 (1905)

[50] A S King, Ueber Emissionsspectra von Metallen im electrischen Ofen Ann d Phys (4) **16** p 360—381 (1905), Astrophys J **21** p 236—257 (1905)

[51] L Puccianti, Alcune osservazioni critiche ed esperienze nuove relative ai fondamenti della spettroscopia celeste Nuovo Cim (5) **9** p 393—478 (1905) Anomale Dispersion

[52] R E Loving, The arc in high vacua Astrophys J **22** p 285—304 (1905) Entladungen im Vacuum

[53] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectra Jena 1905 Flamme, Bogen, Funken

[54] P G Nutting, Line structure Astrophys J **23** p 64—78 (1906) Structur der Linien

[55] J E Purvis, The influence of a strong magnetic field on the spark spectra of titanium, chromium and manganese Proc Cambridge Phil Soc **14**, I p 41—84 (1906) Zeeman-Effect

[56] Sir N Lockyer, Tables of wave-lengths of enhanced lines Solar Physics Committee 1906 Verstarkte Linien

[57] W Miller, Zeeman Effect an Mangan und Chrom Physik Zs **7** p 896—899 (1906)

[58] Lord Blythwood and W A Scoble, Photographs of certain arc spectra from λ 5800 to λ 8500 Astrophys J **24** p 125—127 (1906) Rothes Bogenspectrum

[59] J H Pollock and A G G Leonard On the quantitative spectra of iron, aluminium Proc Roy Dublin Soc (2) **11** p 217—228 (1907) Hauptlinien

[60] W J Humphreys, Arc spectra under heavy pressure Astrophys J **26** p 18—35 (1907) Druckverschiebung

[61] W Miller, Zeeman-Effect an Mg, Ca, Si, Zn, Cd, Mn und Cr Ann d Phys (4) **24** p 105—136 (1907)

[62] H Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldampfen Dissert Bonn 1909 Zs f wiss Photogr **7** p 80—112 (1909)

[63] H Auerbach, Spectroscopische Untersuchungen über das Verhalten der Metallsalze in Flammen von verschiedener Temperatur Zs f wissensch Photogr **7** p 30—39, 41—66 (1909)

[64] L Janicki, Die Beschaffenheit der Spectrallinien der Elemente Ann d Phys (4) **29** p 833—868 (1909)

[65] J M Eder und E Valenta, Wellenlängenmessungen im rothen Bezirke der Funkenspectren Wien Ber **118**, IIa p 511—524 (1909)

[66] Cl M Kilby, Redetermination of the wave-lengths of the arc and the spark lines of titanium, manganese, and vanadium, the effect of capacity and self-induction on the wave-lengths of the spark lines Astrophys J **30** p 243—266 (1909) Bogen- und Funkenspectrum von 602—281

[67] H Casaretto, Ueber das Bandenspectrum, das bei Einfuhrung von Manganchlorur in die Sauerstoff-Leuchtgasflamme entsteht Dissert Bonn 1910, Zs f wissensch Photogr **8** (1910)

Beim Einfuhren von Manganchlorid in die Alcoholflamme sah W A Miller [1] Bander im Grun, da er ahnliche auch von andern Chloriden erhielt, meinte er, sie wurden vom Chlor verursacht

Simmler [2] erhalt in der Bunsenflamme funf „Linien", welche er fur

die Umkehrung des bekannten Absorptionsspectrums der ubermangansauren Salze erklart Erst Muller [9] macht darauf aufmerksam, dass das falsch sei Auch Bottger [3] giebt nur an, Manganchlorur gebe in der Bunsenflamme grune Linien

W A. Miller [4] veroffentlicht eine Zeichnung nach der Photographie des ultravioletten Funkenspectrums Mitscherlich [5] sagt, man erhalte das Spectrum des Oxyds rein, wenn man ein Salz in H oder CO verdampfe, dann das Gas anzunde Schoner erhalte man dasselbe Spectrum, aber vermischt mit einer Linie des Metallspectrums, in der Sauerstoffleuchtgasflamme Das Spectrum sei eines der schonsten von allen Bandenspectren Durch Funken nach Losung erhalte man einige schwache Linien — Er giebt eine Zeichnung des Bandenspectrums und des Linienspectrums mit 6 Linien Auch Diacon [8] und Leeds [13] machen Angaben uber dies Bandenspectrum, aber alle diese Angaben sind nicht in Wellenlangen ausdruckbar

Plucker und Hittorf [7] erhalten das Spectrum auch in der Bunsenflamme, es sei sehr ahnlich dem Bandenspectrum der Kohle, bestehe aus nach Roth abschattirten Bandern, in denen zahllose feine Linien zu sehen seien In den helleren Theilen jedes Bandes seien Liniengruppen zu sehen, — wohl die Kanten der Bandengruppen.

Die erste Messung des Linienspectrums zwischen 6344 und 4237 liefert Huggins [6], dann folgt Thalén [10] mit einer Zeichnung, Ångstrom [11] und Thalén [12] mit Messungen nach Wellenlangen zwischen 6020 und 3984

Die Entdeckung, dass die im Bessemerspectrum auftretenden Banden solche des Mangans sind, geben die Veranlassung, dass Watts [13 a] als erster Messungen ausführt, die freilich sehr schlecht ausfallen Vergl diesen Bd p 30

Lecoq [16] benutzt Funken nach der Chloridlosung, er giebt Zeichnungen fur das Spectrum bei kurzem und mittlerem Funken Namentlich bei letzterem ist das Bandenspectrum ausgezeichnet entwickelt, einige Linien sind auch sichtbar, mit kurzem Funken aber wesentlich mehr Ferner giebt Lecoq noch eine Zeichnung fur das Chlorid in der Bunsenflamme, hier sind nur die Banden sichtbar, aber schwach entwickelt Schon vorher hat Lecoq [14] die Bemerkung veroffentlicht, dass in diesem Spectrum nicht die erste Bandengruppe die starkste sei, sondern erst die dritte

Lockyer [15] beobachtet das Bogenspectrum, welches er mit der Liste von Thalén [12] vergleicht Fur jede Linie wird die Lange angegeben, und ob Lockyer sie im Sonnenspectrum gefunden hat Im Funken nach trockenem Chlorid sieht er keine einzige Linie Dann verdampfen Lockyer und Roberts [17] Mn in einem Kalkblock mit Knallgasgeblase und beobachten das Absorptionsspectrum, sie sehen Absorption des Roth und Blau mit Andeutungen von Cannelirungen, — es handelt sich wohl um das Bandenspectrum.

Gouy [18] bringt Nitratstaub in den Bunsenbrenner, der innere Conus zeigt eine Liniengruppe bei 480, die Lecoq mit α bezeichnet hatte.

Ciamician [19] verwendet Funken nach Lösung und liefert eine nicht auswerthbare Zeichnung des Bandenspectrums. Das Linienspectrum wird mit dem des Chrom für homolog erklärt. Dieselbe Methode führt auch bei Parry und Tucker [21] nur zu einer unbrauchbaren Zeichnung. — Rand Capron [20] photographirt ein Stück des Bogenspectrums.

Schönn [22] findet mit Phosphorescenzschirm die ihm scheinbar unbekannte Thatsache, dass Mn auch Linien im Ultraviolett besitzt. Solche Linien misst Cornu [23] bei Gelegenheit der Anfertigung einer Zeichnung des ultravioletten Sonnenspectrums, später [24] auch einige Linien im Roth. Thalén [25] liefert neue Messungen des sichtbaren Spectrums im Bogen.

Liveing und Dewar [26] geben an, dass wenn explodirenden Gasen Mn-Staub beigemischt ist, in der Explosionsflamme die Gruppe 4034, 4033 4030 und die grünen Oxydbanden sichtbar seien. Lockyer [27] erhält in der Sauerstoffleuchtgasflamme cannelirte Banden, von welchen er vier Kanten misst, in der Bunsenflamme eine Linie 5394.

Parry [29] erhitzt Eisenelectroden und lässt Funken übergehen, er erhält dann unter Umständen Mn-Linien, und will das im Sinne Lockyer's als Beweis dafür betrachten, dass Fe ein zusammengesetzter Körper sei, der dissocirt werde. In Wahrheit ist es natürlich nur ein Beweis dafür, dass das Eisen Mn enthält, dieses viel leichter flüchtig ist und eine empfindliche spectroscopische Reaction giebt.

Mc Clean [28] veröffentlicht eine Photographie des Funkenspectrums in grossem Maassstab mit Wellenlängentheilung, an welcher sich aber bei der grossen Unschärfe der Linien nur ungenaue Ablesungen machen lassen. — Kayser und Runge [30] finden, dass auch im Manganspectrum Tripletserien vorhanden sind, sie geben Messungen von fünf Triplets, von welchen 3 zur ersten, zwei zur zweiten Nebenserie gehören.

Hartley [31] erhält in der Knallgasflamme vor Allem das Triplet bei 403, dann auch Banden, er discutirt die Frage, ob diese zum Oxyd oder zum Metall selbst gehören und entscheidet sich für letzteres. — Sehr eingehend beschäftigt sich dann Hartley [32] mit dem Mn-Spectrum in Beziehung zum Spectrum des Bessemer-Processes. Er untersucht in der Knallgasflamme Mn, Legirungen desselben und das Oxyd. Die Linien und Banden erscheinen am stärksten von Legirungen, beim Oxyd sind die Banden schwach. Hartley findet aber, dass das Oxyd eine ganze Reihe besonderer Banden gebe, die im Metallspectrum nicht auftreten. Leider sind die Messungen der kleinen Dispersion und der Unklarheit von Bandenspectren entsprechend höchst ungenau, so dass die Deutung der Spectren ganz unklar bleibt, und die Angabe vieler Banden sehr zweifelhaft erscheint. In manchen Fällen scheint Hartley verbreiterte Linien oder Liniengruppen für Banden gehalten zu haben.

Auch Lundstrom [35] giebt angenäherte Messungen der Banden im Zusammenhang mit dem Bessemer-Process.

Vogel [33] benutzt eine Sauerstoffleuchtgasflamme, da seine Resultate nur in einer Zeichnung ohne Normalen gegeben werden, sind sie werthlos.

Gramont [34] untersucht Mineralien mit condensirtem Funken. Hauerit (MnS) giebt schwer die Linien 6021, 4823, 4782, 4754. Später [41] erhält er von geschmolzenen Mineralien eine ganze Anzahl von Linien.

Demarçay wendet die Methode von Lecoq an, nimmt aber einen besonderen Inductor. Er erhält vom Chlorid eine grosse Anzahl Mn-Linien zwischen 482 und 353, welche in der Tabelle vermerkt sind.

Bei der Untersuchung des Sonnenspectrums findet Rowland [37] eine sehr grosse Anzahl von Mn-Linien. Die Messung scheint indessen weniger exact ausgefallen zu sein, als das sonst bei Rowland der Fall ist, er hat in einer ganzen Reihe von Fällen offenbar eine der wahren Mn-Linie benachbarte als Mn bezeichnet.

Das Funkenspectrum messen Exner und Haschek [38] zwischen den Grenzen 470 und 221, später (47) veröffentlichen sie die Resultate in dem bekannten Buche, und liefern auch das Bogenspectrum (48). Dieses ist auch von Hasselberg [40] sorgfältig gemessen in den Grenzen 585 bis 348. Eine noch viel umfangreichere Messung des Bogenspectrums liefert auch Fritsch [49], der es von 575 bis 234 bestimmt. — Adeney [43] veröffentlicht wieder eine Photographie des Funkenspectrums, und Lohse [45] misst ein Stück desselben Spectrums.

In neuester Zeit hat Kilby [66] das Bogen- und Funkenspectrum von 602 bis 281 gemessen und zwar nach den neuen internationalen Normalen von Buisson und Fabry. Da die Aufnahmen mit dem besten Rowlandgitter in zweiter Ordnung gemacht sind, können die Zahlen sehr genau sein. Leider hat er sich nur auf die Messung der stärkeren Linie beschränkt.

Inzwischen hat Humphreys [39] für eine Reihe von Linien zwischen 402 und 428 die Druckverschiebung gemessen, alle Linien verhalten sich gleich, die Verschiebung beträgt etwa 0.032 A für 11 Atmosphären. Bei späteren Messungen (60) finden sich freilich stärkere Abweichungen, für 3200 beträgt z. B. die Verschiebung bei 42 Atm. 0.070, für 4783 0.290.

Hemsalech [44] untersucht den Einfluss der Selbstinduction, welcher bei Mn geringer ist, als bei vielen anderen Elementen. Er giebt eine Liste der Funkenlinien zwischen 555 und 356 und die Intensitäten mit und ohne Selbstinduction.

De Watteville [46] führt, wie Gouy, in den Bunsenbrenner Salzstaub ein, er findet, das Spectrum des inneren Conus sei identisch mit dem des oscillirenden Funkens nach Hemsalech.

Michelson [42] beobachtet zuerst den Zeeman-Effect an einigen Linien. Umfangreiche Untersuchungen sind später von Purvis [55] und Miller [57, 61] ausgeführt worden.

King [50] findet, dass im electrischen Ofen von der kleinen Verunreinigung mit Mn stets das Triplet bei 403 auftritt, meist umgekehrt Dieselben Linien erzeugen denn auch nach Puccianti [51] anomale Dispersion Geisler [62] bestatigt dies und fugt als wahrscheinlich ebenso wirkend noch die Gruppe 4784, 4766, 4762, 4754 hinzu

Loving [52] erzeugt eine bogenartige Entladung im Vacuum und vergleicht die Intensitaten der auftretenden Linien mit denen des gewohnlichen Bogens und Funkens, im Allgemeinen sind die Funkenlinien mehr geschwacht als die Bogenlinien.

Ueber die feinere Structur der Linien liegen zwei sich vollig widersprechende Angaben vor Nutting [54] giebt an, alle Linien seien einfach, nur die Linien 4823 und 4783 kehrten sich leicht um Janicki [64] dagegen findet, dass zahlreiche Linien zusammengesetzt sind, aus 3 bis 5 Componenten bestehen Dabei ist die Structur eine sehr eigenthumliche, bei den meisten Linien werden die Componenten regelmassig desto schwacher, je weiter sie von der Hauptlinie abliegen, und ebenso nimmt ihr Abstand gesetzmassig ab; sie scheinen eine Serie zu bilden Wird der Abstand des ersten Trabanten $d\lambda_1$ genannt, der zwischen dem (n—1)sten und nten $d\lambda_n$, so gilt die Gleichung

$$d\lambda_n = d\lambda_1 + \frac{d\lambda_{n-1}}{1\ 17}$$

Als Beispiel sei die Linie 5341 gegeben

	beobachtet	berechnet
1	0 000	0 000
2	— 0 057	— 0 057
3	— 0 108	— 0 106
4	— 0 149	— 0 148
5	— 0 183	— 0 184

Die Zahlen bedeuten den Abstand der Trabanten von der Hauptlinie 1 in Å

Diese Erscheinung zeigt sich bei den Linien 5506 1, 5481 7, 5470 9, 5407 6, 5399.7, 5341 2, 4061 9, 4041 5, 4035 9, 4026 6, 4018 3 — Die Linien 4034 6, 4033 2, 4030 9 zeigen 3 Trabanten, die nach demselben Gesetz gelagert sind, auf der Seite der langeren Wellen, und einen Trabant auf der anderen Seite Bei den Linien 5538 1, 5517 1, 5394 9, 5388 7, 5377 8, 4055.7, 4048 9 konnte nur ein Trabant gemessen werden, weitere liessen sich vermuthen

Lockyer [42a, 56] sucht die enhanced lines heraus, sie sind in der Tabelle als solche vermerkt — Pollock und Leonard [59] untersuchen die Reihenfolge des Verschwindens der Linien, wenn man Funken nach immer starker verdunnten Losungen schlagen lasst Bei einer Chlorid-Lösung mit 0 001 Procent sind noch 2605 8, 2594 0, 2576 2 sichtbar — Auerbach [63] bringt Salze in den Bunsenbrenner, das Luft-Leuchtgas-, und Sauerstoff-

Leuchtgas-Gebläse und misst die Intensitäten. Die meisten Linien treten im Bunsenbrenner auf, nur sehr wenige in dem Luft-Leuchtgasgebläse. Am stärksten ist das Triplet bei 403, dann folgen die Linien 2801, 2798, 2794. — Ausserdem treten eine Reihe von Banden zwischen 473 und 417 und zwischen 384 und 348 auf, am stärksten im Bunsenbrenner, gar nicht im Luft-Leuchtgasgebläse.

Hagenbach und Konen [53] geben in ihrem Atlas das Flammenspectrum, es zeigt neben den Linien 5395, 5432, 4824, 4784, 4754 und der Gruppe bei 403 eine grosse Reihe von Banden, die nach Roth abschattirt sind, am stärksten die Gruppe bei 558. Ferner geben sie die Spectra des Funkens und Bogens, letzterer zeigt ebenfalls Banden. Im Bogenspectrum findet man mehrere langwellige Linien, die sonst nur schlecht oder gar nicht gemessen worden sind.

Eine Abhandlung von Lord Blythwood und Scoble [58] bringt eine Photographie des rothen Bogenspectrums, sie zeigt eine ganze Anzahl von Linien zwischen 600 und 800 $\mu\mu$, wahrscheinlich auch eine Bandengruppe bei 618, doch sind die Wellenlängen nur sehr ungenau abzulesen.

Eder und Valenta [65] finden im rothen Funkenspectrum die nur drei Linien 6022, 6016, 6013.

Die Abhandlung von Casaretto [67] bezieht sich auf das Bandenspectrum.

1. Linienspectrum.

Wie sich aus dem Vorhergehenden ergiebt, tritt das Linienspectrum des Mangans sowohl in der Flamme, wie im Bogen und Funken auf. Es ist aber in diesen Fällen sehr verschieden. Für die Flamme ist am meisten characteristisch das Triplet bei 403 und eine Gruppe von drei Linien bei 280. Das Funkenspectrum ist relativ linienarm im sichtbaren Theil, wird aber immer linienreicher, je kürzer die Wellenlängen werden, während hier das Bogenspectrum linienärmer wird. Für das Bogenspectrum liegen genauere Messungen von Hasselberg [40] und Fritsch [49] vor, die freilich erst bei 575 beginnen. Hasselberg hat zu kurz exponirt, er giebt nur die stärkeren Linien. Dasselbe gilt von den Aufnahmen Kilby's [66].

Von 467 an beginnen auch die Messungen von Exner und Haschek [48], welche aber ebenfalls nur stärkere Linien bringen.

Für das Funkenspectrum liegt im langwelligen Theil nur die neue Messung von Kilby [66] vor, ausser den alten Angaben von Huggins [6] und Thalén [12]. Diese alten Messungen lasse ich fort, da Kilby alle Linien bringt, es fehlen ihm nur von Huggins 5404 und 5348, von Thalén 5443.0, 5359.0, 5233.6, 4729.0, es scheint aber zweifelhaft, ob dies wirklich Manganlinien sind. — Im kurzwelligen Theil kommt dann die Messung von Exner und Haschek [47] hinzu, um von 280 an allein zu bleiben.

Noch ist zu erwähnen, dass Buisson und Fabry[1]) zwei Linien mit dem Interferometer gemessen haben 4823 521 und 4754 046 Eversheim[2]) findet für dieselben Linien. 4823 523 und 4754 049

Aus der nur ungenau auswerthbaren Photographie von Blythwood und Scoble [58] lese ich folgende Wellenlängen ab

7780	1	7285	5	7010	1	6608	1	6488	3	6310	1	6158	2
7750	1	725	1	6985	1	6582	1	6438	2	626	1	6138	2
7728	1	718	1	6940	2	6570	1	6410	1	623	1 Bd?	6108	2
7330	5	715	1	6928	1	6530	1	6376	2	6205	2 Bd?	6075	3
7303	5	707	1	6708	4	6527	1	6335	1	6175	2 Bd?	6053	1

Dann giebt Rowland [37] in der Sonne 6491 876, 6441 158?, 6385 680?

In dem Atlas von Hagenbach und Konen [53] sieht man im Bogenspectrum Linien bei 6491, 6441, 6385, 6344, 6109, 6079, das Triplet bei 602, dann 5996, 5890, 5882

Huggins [6] findet im Funken 6344, 6122 — Von da an beginnen mehr Messungen

Hasselberg (40) Bogen	Fritsch (49) Bogen	Rowland (37) in Sonne	Kilby a) (66)	Bogen	Funke	
—	—	6022 016	6021 794	10	10	
—	—	16 861	16 631	10	10	3)
—	—	13 715	13 480	10	10	
5849 33 2	—	—	5848 951	4	2	
17 15 2	—	5817 057?	16 837	5	2	
5780 42 3	—	—	5780 168	6	2	
—	5748 750 2	—	—	—	—	
—	41 629 2	—	—	—	—	
38 49 4	38 463 4	—	38 287	6	2	
—	—	5737 910	—	—	—	
—	26 801 1u	—	—	—	—	
—	26 088 2	—	—	—	—	
—	23 982 2	—	—	—	—	
—	20 426 2u	—	—	—	—	
—	18 468 2u	—	—	—	—	
—	16 175 1	—	—	—	—	
—	00 742 4	—	—	—	—	
—	5698 561 3	—	—	—	—	
—	87 285 1	—	—	—	—	
—	81 545 2	—	—	—	—	
—	77 533 2	—	—	—	—	

a) Nach internationalem Maassstab gemessen

1) H Buisson et Ch Fabry, Mesures de longueurs d'onde dans le spectre du fer pour l'établissement d'un système de repères spectroscopiques C R **144** p 1155—1157 (1907) 2) P Eversheim, Wellenlängennormalen im Eisenspectrum Ann d Phys [4] **30** p 815—839 (1909) 3) Von Lecoq [16] im Funken nach Chloridlösung gemessen

Hasselberg (40) Bogen	Fritsch (49) Bogen	Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	
—	5676 331 2	—	—	—	—	
—	76 061 1	—	—	—	—	
—	70 891 1	—	—	—	—	
—	70 506 1	—	—	—	—	
—	58 636 2	—	—	—	—	
—	51 429 1	—	—	—	—	
—	42 563 4	—	—	—	—	
—	35 318 1	—	—	—	—	
—	29 239 1	—	—	—	—	
—	28 085 1	—	—	—	—	
—	26 414 4	—	—	—	—	
—	23 792 1	—	—	—	—	
—	22 144 1	—	—	—	—	
—	20 240 1	—	—	—	—	
—	13 574 1	—	—	—	—	
—	13 228 1	—	—	—	—	
—	11 976 1	—	—	—	—	
—	08 828 2	—	—	—	—	
—	07 529 3	—	—	—	—	
—	06 502 1	—	—	—	—	
—	02 244 3	—	—	—	—	
—	00 033 1	—	—	—	—	
—	5599 100 1	—	—	—	—	
—	97 708 1	—	—	—	—	
—	97 124 1	—	—	—	—	
—	96 202 1 u	—	—	—	—	
—	95 454 1	—	—	—	—	
—	93 368 1	—	—	—	—	
—	91 649 1	—	—	—	—	
—	89 984 1	—	—	—	—	
—	86 169 1	—	—	—	—	
—	83 789 1	—	—	—	—	
—	80 497 1	—	—	—	—	
—	75 437 3	—	—	—	—	
5573 94 5	73 884 5	—	5573 688	2	2	
73 27 4	—	—	73 016	1	2	
—	67 928 6	—	—	—	—	
—	57 885 1 u	—	—	—	—	
56 09 2	—	—	—	—	—	
—	55 947 3	—	—	—	—	
52 75 2	52 612 5	—	—	—	—	3)
52 24 6	52 194 6	5552 193	5551 991	3	3	
—	43 641 3	—	—	—	—	1)
—	42 325 1	—	—	—	—	
—	41 667 2	—	—	—	—	
—	—	5538 025	—	—	—	
38 07 7	37 962 6	37 928	37 753	4	4	4) 3)
—	36 672 1	—	—	—	—	

1) Von Lecoq (16) im Funken nach Chloridlösung gemessen 3) Diese Linien sind von Hemsalech [44] im Funken beobachtet 4) Diese Linien zeigen eigenthümliche Structur [64]

Hasselberg (40) Bogen	Fritsch (49) Bogen	Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	
5535 77 4	—	—	—	—	—	
—	5533 327 2	—	—	—	—	
—	32 446 1	—	—	—	—	
—	22 429 1 u	—	—	—	—	
—	20 700 3	—	—	—	—	
—	—	5517 034	—	—	—	
17 05 7	16 977 3	16 950	5516 774	6	4	1)3)4)
15 06 2	14 931 3	—	—	—	—	
—	13 250 3	—	—	—	—	
—	11 500 1	—	—	—	—	
—	10 386 1 u	—	—	—	—	
06 15 5	06 099 6	06 095	05 874	3	5	1)3)4)
04 43 3	04 411 4	—	—	—	—	
5497 67 2	5497 730 1	—	—	—	—	
96 23 2	96 141 2	—	—	—	—	
—	87 029 1	—	—	—	—	
—	82 234 1	—	—	—	—	
—	82 079 1	—	—	—	—	
81 67 6	81 607 6	—	5481 401	6	2	4) 3)
—	—	5470 833	—	—	—	
70 86 7	70 831 6	70 802	70 644	7	4	3) 4)
—	66 624 3	—	—	—	—	
—	58 815 1	—	—	—	—	
—	—	57 701	—	—	—	
57 71 4	57 633 6	57 640	—	—	—	
—	47 786 2	—	—	—	—	
—	46 783 1	—	—	—	—	
—	46 170 1	—	—	—	—	
—	44 288 1	—	—	—	—	
—	39 447 1	—	—	—	—	
33 67 4 u	33 473 6	—	—	—	—	
32.75 5	32 754 6	32 753 d	32 553	4	4	3)
—	27 375 2	—	—	—	—	
—	26 343 2	—	—	—	—	
—	25 927 3	—	—	—	—	
—	24 761 2	—	—	—	—	
—	—	20 613	—	—	—	
20.58 8	20 540 6	20 510	20 371	6	6	3)
—	19 298 1	—	—	—	—	
—	18 305 1	—	—	—	—	
—	17 590 1	—	—	—	—	
13 94 5	13 913 6	13 889 d	13 690	4	2	3)
—	12 969 1	12 997	—	—	—	
—	12 446 1	—	—	—	—	
—	—	07 688	—	—	—	
07 63 7	07 616 4	07 587	07 429	6	3	1)3)4)
06 32 2	—	—	—	—	—	
—	05 084 1	—	—	—	—	

1) Von Lecoq [15] in Funken nach Chloridlösung gemessen 3) Diese Linien sind von Hemsalech [44] in Funken beobachtet 4) Diese Linien zeigen eigenthümliche Structur [64].

Hasselberg (40) Bogen		Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	
—		5402 733	2	—	—	—	—	
5399 72	6	5399 721	6	5399 675	5399 494	6	4	3) 4)
—		—		94 913	—	—	—	
94 88	6	94 849	5	94 839	94 679	7	3	1) 3) 4)
88 76	3	88 679	4	—	88 526	6	4	4)
77 83	6	—		77 800	77 623	7	4	1) 3) 4)
77 46	3	77 351	4	—	—	—	—	
—		75 483	2	—	—	—	—	
—		74 585	1	—	—	—	—	
—		64 642	2	—	—	—	—	
—		61 824	1	—	—	—	—	1)
—		58 818	1	—	—	—	—	
—		53 902	1	—	—	—	—	
50 08	4	50 030	6	50 059	—	—	—	
48 31	2	48 240	3	—	—	—	—	
—		46 554	3	—	—	—	—	
44 66	3u	44 624	5	44 646	—	—	—	
41 22	9R	41 178	6	41 337	41 068	8	5	1) 3) 4)
—		38 410	1	—	—	—	—	
—		36 373	1	—	—	—	—	
—		35 889	2	—	—	—	—	
—		35 023	1	—	—	—	—	
—		31 574	1	—	—	—	—	
24 53	3	—		—	—	—	—	
—		—		21 976	—	—	—	
17 33	2	—		—	—	—	—	
—		14 079	1u	—	—	—	—	
—		13 590	1u	—	—	—	—	
—		12 071	1u	—	—	—	—	
—		11 579	1u	—	—	—	—	
09 16	3u	09 099	3u	—	—	—	—	
5299 09	2	5299 002	3u	—	—	—	—	
98 13	2	98 114	2u	—	5298 033	2	1	
—		93 129	1	—	—	—	—	
—		89 623	2u	—	—	—	—	
—		89 082	1	—	—	—	—	
—		79 191	1	—	—	—	—	
—		74 403	1	—	—	—	—	
—		68 407	1	—	—	—	—	
61 00	2	60 939	4	—	60 774	3	1	
55 51	5	55 512	5	5255 492	55 330	6	3	3)
—		51 656	1	—	—	—	—	
—		51 576	1	—	—	—	—	
—		49 542	1	—	—	—	—	
—		34 470	1	—	—	—	—	
—		01 328	1	—	—	—	—	
5197 44	2	5197 360	4	5197 332	5197 228	2	—	3)
96 77	5	96 748	6	96 741	96 603	5	3	

1) Von Lecoq [16] im Funken nach Chloridlösung gemessen 3) Diese Linien sind von Hemsalech [44] im Funken beobachtet 4) Diese Linien zeigen eigenthümliche Structur [64]

Hasselberg (40) Bogen		Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	
—		5185 233	1	—	—	—	—	
—		83 886	5	—	—	—	—	
—		80 431	1	—	—	—	—	
—		77 248	1	—	—	—	—	
—		72 867	4	—	—	—	—	1)
5151 14	5	—		5151 112	5150 937	2	1	
49 40	3	49 318	4	—	49 255	1	—	
—		24 566	1	—	—	—	—	
18 15	4	18 113	5	18 112	17 944	3	—	
—		04 691	1	—	—	—	—	
—		5097 184	2	—	—	—	—	
—		91 164	2	—	—	—	—	
5087 02	2	86 955	3	—	5086 775	1	—	
—		78 512	1 u	—	—	—	—	
74 97	4	74 758	3	—	74 806	2	1	
42 86	2	42 749	2	—	—	—	—	
30 86	2	30 810	4	—	30 643	1	1	
30 02	3	29 992	3	—	29 818	1	1	
—		23 403	1 u	—	—	—	—	
22 26	2 u	22 218	1	—	—	—	—	
—		17 817	3 u	—	—	—	—	
10 58	3	10 524	3	—	5010 366	2	1	
—		—		5005 347	—	—	—	
05 10	4	05 091	3	—	04 910	3	1	
—		4999 602	1	—	—	—	—	
4985 98	3	85 985	3	—	4985 777	2	1	
74 60	3 u	74 607	3	—	74 349	1	—	
66 02	5	66 091	2	4966 036	65 976	3	1	3)
—		52 612	2	—	—	—	—	
—		42 653	2	—	—	—	—	
34 25	5	—		—	—	—	—	
—		17 744	1	—	—	—	—	
01 00	2	00 965	2	—	—	—	—	
4889 12	2	—		—	—	—	—	
—		—		4884 242	—	—	—	
81 87	2	—		—	—	—	—	
62 28	4	4862 261	4	—	4862 052	1	—	
—		58 695	3	—	—	—	—	
—		58 031	3	—	—	—	—	
—		57 061	3	—	—	—	—	
—		56 842	2	—	—	—	—	
55 01	2	54 997	2	—	54 805	1	1	3)
54 76	3	54 809	3	—	54 613	1	1	
—		48 719	3	—	—	—	—	
44 47	4	44 521	4	44 408	44 312	3	1	3)
—		42 701	2	—	—	—	—	
—		41 014	3	—	—	—	—	
—		40 433	3	—	—	—	—	3)

1) Von Lecoq [16] im Funken nach Chloridlösung gemessen

3) Diese Linien zeigen eigenthümliche Structur [64]

Hasselberg (40) Bogen	Fritsch (49) Bogen	Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen	Exner und Haschek (47) Funke	
4838 40 2	—	—	4838 240	2	1			
27 10 2	4827 072 3	—	26 901	2	1			3)
25 80 2	25 770 4	—	25 600	2	1			
23 71 10R	23 688 6 u	4823 697	23 521	10 r	6			1) 2) 3) 6)
—	23 522 3	—	—	—	—			
—	18 473 1	—	—	—	—			
—	17 109 1	—	—	—	—			
—	07 364 2	—	—	—	—			
—	06 702 2	—	—	—	—			
—	01 041 1	—	—	—	—			
—	4796 882 2	—	—	—	—			
—	93 802 1	—	—	—	—			
—	93 438 1	—	—	—	—			
—	88 409 2	—	—	—	—			
4783 60 10R	83 614 6 u	4783 613	4783 454	10 r	6			1) 2) 3) 6)
—	83 131 4	—	—	—	—			
—	79 341 2	—	—	—	—			
—	71 845 2	—	—	—	—			
—	70 816 1	—	—	—	—			
—	68 277 3	—	—	—	—			
—	67 335 3	—	—	—	—			
66 58 7	66 617 4	66 621	66 414	6	4			3) 6)
66 02 7	66 027 5	66 050	65 852	6	4			1) 2) 3) 6)
—	64 246 3	—	—	—	—			
62 54 8	62 525 6 u	62 567	62 375	8	6			2) 3) 6)
61 68 7	61 714 6	61 718	61 521	6	4			3)
—	56 972 2	—	—	—	—			
54 23 10R	54 246 6 u	54 225	54 046	10 r	6			1) 2) 3) 6)
—	49 457 1	—	—	—	—			
—	44 384 2	—	—	—	—			
—	44 012 2	—	—	—	—			
39 27 6	39 272 6	39 291	39 004	6	3			1) 2) 3)
—	37 340 4	—	—	—	—			
—	30 539 2	—	—	—	—			
27 63 7	27 662 6	27 676	27 476	7	4			1) 2) 3)
09 87 7	09 911 6	09 896	09 708	7	4		4709 90 3	1) 2) 3)
	06 059 2	—	—	—	—		—	
01 30 4	01 337 5	01 345	01 150	3	1		—	3)
—	4693 195 1	—	—	—	—		—	
—	87 185 3	—	—	—	—		—	
4671 86 4	71 865 4	4671 858	4671 694	4	1	4671 89 1	—	3)
—	67 663 5	—	—	—	—	—	—	
—	63 832 1	—	—	—	—	—	—	
—	58 998 2	—	—	—	—	—	—	
—	56 438 2	—	—	—	—	—	—	
—	45 250 3	—	—	—	—	—	—	

1) Von Lecoq [16] im Funken nach Chloridlösung gemessen 2) Von Demarçay [36] im Funken nach Chloridlösung gemessen 3) Diese Linien sind von Hemsalech [44] im Funken beobachtet 6) Auf Zeeman-Effect untersucht

Hasselberg (40) Bogen		Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen		(47) Funke		
4643 01	2	4643 005	4	—	—	—	—	—		—		3)
—		31 356	1	—	—	—	—	—		—		
27 99	2	27 958	3	—	—	—	—	—		—		
26 74	4	26 761	6	4626 718	4626 552	5	3	4626 69	2	4626 77	2	2) 1)
—		10 206	3	—	—	—	—	—		—		
07 80	3 u	—		—	—	—	—	—		—		
05 55	5 u	05 577	5	05 536	05 378	5	3	05 52	2	05 57	2	2) 1)
—		00 485	1	—	—	—	—	—		—		
—		4599 149	2	—	—	—	—	—		—		
4595 51	3	—		—	—	—	—	—		—		1)
86 30	2	86 327	4	—	—	—	—	—		—		1)
—		83 234	2	—	—	—	—	—		—		
—		83 012	3	—	—	—	—	—		—		
—		82 035	3	—	—	—	—	—		—		
—		79 904	4	—	—	—	—	—		—		1)
—		75 623	4	—	—	—	—	—		—		1)
—		74 709	2?	—	—	—	—	—		—		
—		73 842	2	—	—	—	—	—		—		
—		73 613	1	—	—	—	—	—		—		
—		72 955	3	—	—	—	—	—		—		
—		60 711	3	—	—	—	—	—		—		
—		60 652	3	—	—	—	—	—		—		
—		49 877	2	—	—	—	—	—		4549 73	1	
48 75	4	48 766	5	—	4548 589	3	1	4548 71	1	—		1)
—		45 449	2	—	—	—	—	—		—		
44 61	3	44 604	5	—	44 427	2	1	44 59	1	—		1)
42 62	4	42 627	5	—	42 451	3	1	42 61	1	42 64	1	1)
—		40 414	3	—	—	—	—	—		—		
—		38 636	3	—	—	—	—	—		—		
34 72	2	34 653	4	—	—	—	—	—		—		
30 01	2	30 003	1	—	—	—	—	—		—		
—		29 979	3	—	—	—	—	—		—		
23 58	3	23 576	4	4523 572?	23 407	2	1	23 60	1	—		
—		06 917	1	—	—	—	—	—		—		
04 03	4	04 051	3	04 042	03 872	3	2	04 05	1	04 05	1	1)
02 38	7	02 399	6	02 388	02 218	6	5	02 40	4	02 40	4	1) 2) 5) 6)
—		—		01 264	—	—	—	—		—		
—		—		00 122	—	—	—	—		—		
4499 06	7	4499 096	5	4499 066	4498 898	6	5	4499 09	4	4499 09	4	2) 1) 6)
96 82	3	96 815	5	96 676	96 647	3	1	96 81	1	—		1)
91 86	4	91 805	5	91 823	91 645	3	2	91 81	1	91 75	1	1)
90 28	7	90 271	6	90 253	90 071	5	3	90 27	3	90 27	3	2) 1) 6)
79 59	4	79 570	4	79 553	79 400	3	2	79 54	1	79 69	2	1)
—		—		—	—	—	—	—		78 90	1	5)
—		77 416	3	—	—	—	—	—		—		
—		74 761	3	—	—	—	—	—		—		

1) Von Lecoq [16] im Funken nach Chloridlösung gemessen 2) Von Demarçay [36] im Funken nach Chloridlösung gemessen 3) Diese Linien sind von Hemsalech [44] im Funken beobachtet 5) Von Lockyer [56] als enhanced line angeführt 6) Auf Zeeman-Effect untersucht

Hasselberg (40) Bogen		Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (19) Bogen		Exner und Haschek (16) Funke		
4472 92	6	4472 987	6 u	4472 967	4472 800	6	4	4472 98	3	4473 00	3	2) 3) 6)
70 31	6	70 300	6 u	70 300	70 138	6	4	70 33	3	70 35	4	2) 3) 6)
64 86	7	64 864	6 u	64 844	64 680	6	4	64 88	4	64 87	5	3) 2) 6)
62 17	8 u	62 308	6 u	62 165	62 037	7u	6	62 20	8	62 23	8	1) 2) 3) 6)
61 25	7	61 296	6 u	61 242	61 090	6	4	61 30	4	61 30	4	2) 3) 6)
60 55	5	60 512	6	60 462	60 389	4	2	60 59	2	60 57	1	
58 43	7	58 506	6 u	58 409	58 268	5	4	58 48	5	58 46	5	2) 3)
57 71	6	57 761	6	57 712	57 555	5	4	57 76	4	57 74	4	3)
57 22	6	57 217	6 u	57 207	57 051	5	2	57 22	3	57 24	2	3)
56 05	6	56 046	6 u	55 980	55 820	5	3	56 02	3	56 00	3	3)
55 50	6	55 508	6 u	55 485	55 320	5	3	55 51	3	55 51	3	2) 3)
55 19	6	55 189	6 u	55 193	55 012	5	3	55 20	3	55 20	3	3)
53 16	6	53 206	6 u	53 171	53 015	4	3	53 19	3	53 19	3	2) 3) 6)
52.73	3	52 703	5 u	—	52 535	2	1	52 68	1	—		
51 75	7	51 776	6 u	51 752	51 584	6	5	51 78	5	51 81	10	2) 3) 6)
—		49 646	3	—	—	—	—	—		—		
—		48 753	3	—	—	—	—	—		—		
47 32	5	47 348	5	47 302	47 160	4u	4	47 30	1	—		3)
36 52	6	36 591	6	36 516	36 351	5	4	36 52	3	36 52	5	1) 2) 3) 6)
36 24	3	36 192	4	—	36 051	2	1	36 23	1	—		
—		32 116	3	—	—	—	—	—		—		
19 96	4	19 976	6	19 944	19 774	3	2	19 93	1	19 94	2	3)
—		15 401	6	—	—	—	—	—		—		
15 06	6	15 002	6	15 047	14 880	6	4	15 04	3	15 03	6	1) 2) 3) 6)
12 06	4	12 076	6 u	12 043	11 875	3	2	12 04	2	12 07	2	3)
—		10 690	3	—	—	—	—	—		—		
08 28	3	08 256	4	—	08 084	2	1	08 26	1	08 29	1	
—		04 930	6	—	—	—	—	—		—		
—		4396 014	2	—	—	—	—	—		—		
—		92 086	1	—	—	—	—	—		—		
4389 95	3	89 932	4	4389 930	—	—	—	4389 91	1	—		2) 3)
88 27	?	88 280	3	88 260	—	—	—	—		—		
—		83 677	6 u	—	—	—	—	—		—		
82 80	3 u	82 836	6	82 847	82 639	3	1	82 82	1	4382 93	2	3)
—		—		82 045	—	—	—	—		—		
81 87	4	81 905	5	—	81 701	3	2	81 87	1	81 92	2	3)
—		—		—	—	—	—	—		79 90	1	
75 10	4	75 133	6	75 103	74 939	3	2	75 10	1	75 14	2	3)
—		—		—	—	—	—	—		65 45	1	5)
—		—		—	—	—	—	—		63 42	1	
—		60 012	3	—	—	—	—	—		—		
—		59 811	2	—	—	—	—	—		—		
—		—		—	—	—	—	—		56 78	1	
—		51 738	1	—	—	—	—	—		—		
—		—		—	—	—	—	—		48 59	1	5)
—		47.732	1	—	—	—	—	—		—		

1) Von Lecoq [16] im Funken nach Chloridlösung gemessen 2) Von Demarçay [36] im Funken nach Chloridlösung gemessen 3) Diese Linien sind von Hemsalech [44] im Funken beobachtet 5) Von Lockyer [56] als enhanced line angeführt 6) Auf Zeeman-Effect untersucht

Hasselberg (40) Bogen		Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke		
—		—		—	—	—	—	—		4344 19	1	3) 5)
—		4341 911	2	—	—	—	—	—		—		
—		39 028	3	—	—	—	—	—		—		
4337 57	2	37 596	4	4337 569	—	—	—	37 55	1	—		1)
—		36 064	2	—	—	—	—	—		—		
—		29 604	1	—	—	—	—	—		—		
—		29 488	3	—	—	—	—	—		—		
—		28 847	1	—	—	—	—	—		—		
—		—		—	—	—	—	—		4326.87	3	5)
26 35		—		—	—	—	—	—		—		
23 59		23 570	4	—	4323 403	1	1	23 57	1	—		
21 36		21 342	3	—	—	—	—	—		21 35	1	1)
—		—		18 817?	—	—	—	—		—		
—		14 586	1	—	—	—	—	—		—		
12 70	5	12 735	6	12 723	12 546	4	1	12 71	2	12 74	2	4) 3)
05 84	2	05 838	3	—	—	—	—	—		—		
—		03 361	1	—	—	—	—	—		—		
00 35	3	—		00 376	00 203	2	1	00 35	1	00 40	1	1) 5)
—		—		—	—	—	—	—		4292 4.3	2	1) 5)
4290 29	2	4290 277	4	—	—	—	—	—		—		
—		87 905	2	—	—	—	—	—		—		
84 22	5	84 253	6	4284 223	4284 084	5	2	4284 25	2	84 29	2	4) 3)
—		—		—	—	—	—	—		83 99	1	
—		82 931	2	—	—	—	—	—		—		
81 27	6	81 287	6	81 257	81 097	5	3	81 30	3	81 32	5	1) 2) 3) 6)
78 85	3	78 832	4	—	78 682	2	1	78 82	1	78 86	1	
—		70 357	2	—	—	—	—	—		—		
66 08	6	66 076	6	66 081	65 920	5	3	66 10	3	66 12	5	1) 2) 3) 6)
61 45	3	61 446	4	61 496	61 298	3	1	61 48	1	61 51	1	1) 3)
—		59 443	3	—	—	—	—	—		59 41	2	1) 5)
—		59 166	4	—	—	—	—	—		—		
58 48	2	—		—	—	—	-	—		—		
57 80	6	57 832	5	57 815	57 653	5	3	57 83	3	57 86	4	2) 3) 6)
—		—		—	—	—	—	—		53 17	2	1) 5)
—		—		—	—	—	—	—		51 92	2	1) 5)
—		—		—	—	—	—	—		44 42	1	5)
—		44 121	2	—	—	—	—	—		—		
—		—		—	—	—	—	—		42 51	2	5)
39 88	6	—		39 890	39 723	6	3	39 90	3	39 91	5	4) 3)
35 45	6	35 388	6	35 450	35 306	6	4	35 41	10	35 43	20	1) 2) 3) 6)
35 28	6	—		35 298	35 125	6	4	—		—		6)
—		—		33 328	—	—	—	—		—		
30 47	2	30 435	2	—	—	—	—	—		—		
30 31	2	30 353	4	—	—	—	—	—		—		
—		26 917	4	—	—	—	—	—		—		
—		21 721	1	—	—	—	—	—		—		

1) Von Lecoq [16] im Funken nach Chloridlösung gemessen 2) Von Demarçay [36] im Funken nach Chloridlösung gemessen 3) Diese Linien sind von Hemsalech [44] im Funken beobachtet 5) Von Lockyer [56] als enhanced line angeführt, er giebt noch 4248 1 6) Auf Zeeman-Effect untersucht

Hasselberg (40) Bogen		Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen		(17) Funke		
4220 79	5	4220 807	5	4220 738	4210 613	3	1	4220 79	1	4220 80	2	3)
—		18 499	1	—	—	—	—	—		—		
—		18 271	2	—	—	—	—	—		—		
—		—		—	—	—	—	15 13	1	—		
12 64	2	—		—	-	—	—	—		—		
11 90	4	11 841	4	11 899	11 750	3	2	11 90	1	11 93	2	2) 3)
—		—		—	—	—	—	—		06 53	2	5)
—		—		—	—	—	—	—		05 63	1	
01 88	4	01 932	4	01 869	01 780	3	2	01 90	1	01 96	2	2)
4190 15	4	4190 122	4	4190 147	4189 992	4	3	4190 16	2	4190 20	4	2) 3)
76 73	5	76 770	3	76 739	76 594	4	3	76 73	2	76 80	4	2) 3)
57 21	3	—		57 167	57 003	3	1	57 12	1	57 20	2	3)
55 68	3	55 635	4	—	55 497	2	1	55 65	1	55 68	1	
51 16	3	51 146	3	—	—	—	—	—		—		
48 94	5	48 950	6	—	48 794	3	2	48 96	2	48 97	3	2) 3)
47 65	4	—		47 677	47 530	3	1	47 71	2	47 70	2	2) 3)
41 18	5	41 197	5	41 208	41 060	3	2	41 25	2	41 24	3	2)
40 35	2	40 338	4	—	—	—	—	—		40 35	1	3)
37 40	4	—		37 428	37 275	3	—	37 45	1	37 41	1	
—		—		—	-	—	—	—		37 06	2	5)
35 13	5	35 181	4	35 191	35 033	4	2	35 20	2	35 20	3	2) 3)
34 77	4	—		—	34 618	2	1	34 78	1	34 77	2	
32 45	2	—		—	—	—	—	—		32 45	1	
31 60	2	31 599	4	—	31 560	1	1	31 62	1	—		
31 26	5	31 239	5	31 271	31 130	6	3	31 30	2	31 30	4	2) 3)
—		—		—	—	—	—	—		28 30	2?	3) 5)
—		—		—	—	—	—	—		26 56	1	
—		—		—	—	—	—	—		26 01	1	
23 68	3	23 682	4	23 664	23 548	1	1	23 71	1	23 69	1	3)
23 41	3	23 390	4	—	23 296	1	1	23 49	1	23 45	1	
22 92	3	22 846	4	—	22 770	2	1	22 96	1	22 95	1	3)
—		—		—	22 250	2	1	22 58	1	22 56	1	
—		16 757	3	—	—	—	—	16 75	1	16 82	1	
14 53	4	—		14 461	14 408	2	1	14 54	1	11 54	2	3)
14 02	3	14 013	3	14 021	—	—	—	14 04	1	14 04	1	3)
13 39	4	—		13 381	—	—	—	13 41	1	13 40	2	2) 3)
—		—		—	13 260	3	1	—		11 91	1	
10 98	6	11 018	6	11 021	10 917	6	2	11 02	2	11 02	4	2) 3)
08 01	3	07 998	4	-	07 880	2	1	08 00	1	08 00	1	
05 51	5	05 514	5	05 514	05 370	3	1	05 51	2	05 52	2	3)
—		—		—	—	—	—	—		05 16	2	5)
03 62	3d	03 637	5	—	03 550	3	1	03 64	1	03 65	2	3)
—		—		—	03 460	1	1	—		—		
03 07	4	03 115	5	03 097	02 970	2	1	03 14	1	03 14	2	
—		—		—	—	—	—	—		00 15	1	
4099 57	2	4099 547	3	—	—	—	—	—		4099 56	1	

2) Von Demarçay [36] im Funken nach Chloridlösung gemessen 3) Diese Linien sind auch von Hemsalech [44] im Funken gemessen, er giebt noch 4172 2, 4107 3, 3968 45 5) Von Lockyer [56] als enhanced line angeführt, er giebt noch 4200 40

Hasselberg (40) Bogen		Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke		
4096 81	3	4096 817	3	—	—	—	—	—		—		
95 42	4	—		4095 423	4095 245	2	1	4095 41	1	4095 45	2	3)
95 17	2	95 186	4	—	95 040	1	—	95 24	1	95 23	1	3)
—		—		—	—	—	—	—		94 26	1	
—		92 540	5	92 547	92 348	2	1	92 55	1	92 57	2	
90 73	2	—		—	—	—	—	90 76	1	90 76	1?	
90 10	4	90 044	5	90 113	89 932	3	1	90 11	2	90 12	2	2) 3)
83 75	9	83 832	6	83 783	83 620	8	6	83 82	3	83 82	6	1) 2) 6)
—		83 392	4	83 376	—	—	—	83 37	1	83 40	2	
83 09	9	83 077	6	83 095*	82 922	8	6	83 11	4	83 11	6	2) 3) 6)
79 56	9	—		79 570	79 430	7	4	79 61	3	79 61	5	2) 3)
79 35	9	—		79 393	79 204	7	4	79 38	3	79 40	5	6)
—		—		—	—	—	—	—		77 90	1	
75 39	3	75 398	5	—	75 251	2	1	75 40	1	75 41	1	
—		—		—	—	—	—	—		74 17	1	
70 41	6	70 419	5	70 431	70 265	3	3	70 48	4	70 47	3	2) 3) 6)
68 13	4	—		68 137	67 998	3	1	68 17	2	68 19	2	2) 3)
—		—		—	—	—	—	66 89	1	—		
66 38	3	66 377	4	—	66 221	2	1	—		66 40	1	2) 3)
65 22	4	65 256	5	65 239	65 049	3	2	65 22	2	65 23	3?	2) 3)
—		63 739	6	—	63 553	7	3	63 70	5	63 72	6	1) 2) 6)
—		—		63 573	—	—	—	—		—		
63 38	7	—		—	—	—	—	—		—		3)
61 88	6	61 920	6	61 781	61 741	5	2	61 90	4	61 91	3	2) 3) 4)
—		59 642	4	—	—	—	—	—		—		
59 53	6	59 589	5	59 535	59 375	4	2	59 54	3	59 55	2	3)
59 08	7	59 097	5	59 081	58 917	5	4	59 09	4	59 11	6	2) 6)
58 10	5	58 082	5	58 115	57 948	4	2	58 10	3	58.16	2	2)
55 68	9	—		55 701	55 545	10	4	55 70	4	55 74	8	2) 3) 4) 6)
55 35	4	55 370	4	55 365	55 205	2	2	55 36	1	55 39	1	
52 62	4	52 628	4	52 603	52 461	2	2	52 61	2	52 65	3	2) 3)
51 90	4	51 886	4	51 888	51 726	2	1	51 90	1	51 91	3	2) 3)
—		—		—	49 445	2	1	49 56	1	49 57	1	
49 16	4	49 168	4	49 148	49 012	2	2	49 10	2	49 13	2	
48 88	8	48 897	6	48 910	48 734	11	5	48 90	8	48 92	7	1) 2) 3) 4) 6)
—		—		—	—	—	—	—		47 18	1	
45 26	6	45 320		45 371	45 208	4	3	45 31	3	45 33	5	2) 3)
—		—		45 266	—	—	—	—		—		
41 49	10 u	41 546	6	41 525	41 343	12	6	41 53	20	41 52	10	1) 2) 3) 3) 6)
38 89	4	38 872	5	38 771	—	—	7	38 86	2	38 86	2	3)
—		37 725	3	—	37 556	3	1	37 68	1	37 73	1	
—		—		—	—	—	—	36 69	1	36 71	1	
—		—		—	—	—	—	36 37	1	36 40	1	
35 88	6	3ɔ 889	5	35 883	35 724	5	5	35 88	6	35 87	8	2) 3) 4) 6)
34 60	20 R	34 640	6	34 644	34 477	18 r	5	34 62	50 R	34 62	10 R	2) 3) 4) 6)

1) Von Lecoq [16] im Funken nach Chloridlösung gemessen 2) Von Demarçay [36] im Funken nach Chloridlösung gemessen, er giebt ausserdem: 4043 9 3) Diese Linien sind auch von Hemsalech [44] im Funken gemessen 4) Diese Linien zeigen eigenthümliche Structur [64] 6) Auf Zeeman-Effect untersucht

Hasselberg (40) Bogen	Fritsch (49) Bogen	Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen	Exner und Haschek (47) Funke	
—	4033 794 5	4033 814	—	—	—	—	—	
—	—	33 732	—	—	—	4033 72 3	4033 77 3	
4033 18 20R	33 235 6R	33 224	4033 057	18 r	5	33 21 100R	33 22 20R	2) 3) 4) 6)
—	31 936 4	31 942	—	—	—	31 95 2	31 97 3	
30 87 20R	30 920 6R	30 918	30 797	18 r	7	30 92 100R	30 93 20R	2) 3) 4) 6)
—	29 833 4	—	—	—	—	—	—	
—	-	—	28 601*	2	1	28 74 1	28 75 1	
26 57 6	26 583 5	26 583	26 226	3	2	26 58 3	26 60 4	2) 3) 4)
—	—	—	—	—	—	26 07 1	26 11 1	
—	22 499 2	—	—	—	—	—	—	
20 18 3	20 216 4	20 226	20 083	3	1	20 22 1	20 24 1	3)
18 25 7	—	18 269	18 093	8	6	18 28 10	18 31 8	2) 3) 4) 6)
—	—	18 234	—	—	—	—	—	
—	16 865 3	—	—	—	—	16 80 1	16 83 1	
12 09 2	12 079 4	—	—	—	—	12 05 1	12 07 2	
11 69 3	—	11 693	11 534	2	1	11 68 1	11 68 2	3)
—	—	—	—	—	—	—	10 99 1	
—	09 224 1	—	—	—	—	—	—	
08 19 3	08 174 4	08 215	08 030	2	1	08 16 1	08 16 1	3)
—	07 187 3	07 185	—	—	—	—	07 17 1	
03 42 2	03 453 4	—	03 259	2	1	03 44 1	03 45 1u	3)
02 31 2	02 338 4	02 308	—	—	—	02 31 1	02 34 1	
02 05 2	02 068 4	02 086	—	—	—	02 07 1	02 09 2	3)
—	01 354 4	01 387	01 190	1	1	01 34 1	01 34 1	
—	—	01 315	—	—	—	-	—	
—	—	—	—	—	—	—	00 20 1	5)
3997 34 2	—	3997 365	—	—	—	3997 36 1	3997 39 2	3)
—	—	—	—	—	—	—	96 57 1	
—	3994 008 3	—	3992 488	2	1	—	94 00 1	
92 65 3	92 652 5	—	91 602	1	1	92 65 1	92 65 2	3)
—	91 761 5	91 690	—	—	—	91 85 1	91 75 2	3)
90 10 2	—	90 129	—	—	—	90 14 1	90 11 1	3)
—	—	—	88 677	1	1	89 97 1	—	
—	88 828 4	—	87 469	3	2	88 85 1	88 80 1	3)
87 61 2	87 645 4	87 625?	87 097	3	2	87 63 1	87 58 1	
87 23 4	87 268 5	87 244	—	—	—	87 26 2	87 25 4	2)
86 94 4	86 974 5	86 979	—	—	—	86 98 2	86 96 4	2) 3)
—	—	—	—	—	—	—	86 16 1	
85 36 4	85 385 4	85 385	85 238	3	2	85 40 2	85 39 3	3)
84 31 2	84 350 4	—	84 177	2	1	84 34 1	84 32 1	3)
—	—	84 294	—	—	—	—	—	
83 07 2	83 067 4	83 053	82 903	1	1	83 06 1	83 06 2	2)
82 72 4	82 743 3	82 742	82 572	2	2	82 73 2	82 74 3	3)
82 31 2	82 343 5	—	82 170	1	1	82 32 1	82 31 2	
—	81 039 3	—	80 883	1	1	81 05 1	81 05 1	
—	80 315 4	—	80 156	1	1	80 33 1	80 31 1	3)

2) Von Demarçay [36] im Funken nach Chloridlösung gemessen 3) Diese Linien sind von Hemsalech [44] im Funken gemessen 4) Diese Linien zeigen eigenthümliche Structur [64] 6) Auf Zeeman-Effect untersucht

Hasselberg (40) Bogen		Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen		(47) Funke		
—		3979 641	4	—	—	—	—	—		—		
—		79 013	3	—	—	—	—	—		—		
—		78 926	2	—	—	—	—	—		—		
3977 24	3	77 259	2	3977 223	3977 081	2	2	3977 25	1	3977 24	2	3)
76 03	3	76 052	5	75 985	75 883	2	2	76 05	1	76 04	2	3)
—		—		—	—	—	—	—		70 37	1	
—		—		—	—	—	—	—		70 22	1	
—		67 582	3	—	—	—	—	—		—		
—		66 161	3	—	—	—	—	—		—		
—		65 679	1	—	—	—	—	—		—		
—		64 651	1	—	—	—	—	—		—		
—		63 930	2	—	—	—	—	—		—		
—		63 264	2	—	—	—	—	—		—		
—		63 177	3	—	—	—	—	—		—		
—		—		—	—	—	—	—		62 55	1	
—		58 328	1	—	—	—	—	—		—		
—		57 170	1	—	—	—	—	—		—		
—		—		—	—	—	—	—		56 81	1	
—		56 566	2	—	—	—	—	—		—		
—		—		—	—	—	—	—		54 80	1	
—		—		54 680	—	—	—	—		—		
53 00	4	52 962	4	52 894	52 844	2	2	53 00	2	53 00	3	2) 4)
—		52 133	2	52 103	—	—	—	52 12	1	52 15	2	3)
—		52 079	1	—	—	—	—	—		—		
—		—		45 993?	—	—	—	—		—		
—		—		—	—	—	—	—		44 00	1	
43 01	3u	42 997	1	42 984	42 974	2	1	43 05	2	43 09	2	4)
—		—		41 997	—	—	—	—		42 10	1	
—		—		—	—	—	—	—		41 36	1	
—		—		37 972	—	—	—	—		37 90	1	
—		37 522	1	—	—	—	—	—		—		
—		37 343	2	—	—	—	—	—		—		
36 91	2	36 874	2	36 912	36 757	2	2	36 91	1	36 90	2	3)
—		—		35 588	—	—	—	—		35 66	1	
—		—		—	—	—	—	—		33 19	1	
—		32 777	2	—	—	—	—	—		—		
—		32 274	1	—	—	—	—	—		—		
—		—		31 729	—	—	—	—		31 69	1	4)
29 82	2	29 764	2	29 864	29 654	3	2	29 79	1	29 80	2	2) 4)
29 41		29 402	2	29 363	29 252	3	2	29 41	1	29 45	1	
29 30	3	—		—	—	—	—	—		—		4)
—		—		28 357	—	—	—	—		28 46	1	
—		27 363	2	—	—	—	—	—		—		
26 61	5	26 620	4	26 597	26 470	4	3	26 63	3	26 70	4r	2) 4)
—		26 057	2	—	—	—	—	—		26 07	1	
24 24	4	24 202	2	24 206	24 070	3	2	24 23	2	24 25	2	2) 4)

2) Von Demarçay [36] im Funken nach Chloridlösung gemessen. 3) Diese Linien sind von Hemsalech [44] im Funken gemessen, er giebt noch 3968 45, 3961 6, 3933 65 4) Diese Linien zeigen eigenthumliche Structur [64]

Hasselberg (40) Bogen		Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke		
3923 45	3	3923 433	1	3923 375	3923 339	2	2	3923 48	1	3923 48	2	3)
—		23 039	4	—	—	—	—	23 03	2	23 0	2u	
22 82	5u	22 809	1	22 815	22 682	3	1	22 85	2	—		
22 20	2	—		22 223	—	—	—	—		22 0	2u	
21 85	4u	21 877	2	21 855	21 766	3	1	21 94	2	—		3)
—		—		—	—	—	—	—		19 45	1	
18 43	4	18 474	3	18 396	18 312	3	2	18 46	2	18 48	3	2) 3)
—		—		—	—	—	—	—		17 45	1	
16 75	2	—		16 661	16 628	2	1	16 73	1	16 53	1	
—		12 876	1	—	—	—	—	—		12 92	1	
11 57	3	11 553	1	11 554	11 424	2	2	11 56	1	11 60	2	3)
—		11 322	1	—	—	—	—	11 30	1	—		
11 27	3u	11 255	3	—	11 130	3	1	—		—		3)
—		10 612	1	—	—	—	—	—		10 56	1	
08 34	2	08 113	3	—	—	—	—	—		08 33	1	
—		—		—	—	—	—	—		05 65	1	3)
—		—		05 146	—	—	—	—		05 39	1	
05 12	2	05 077	2	05 017	04 960	2	1	05 09	1	05 07	1d	2) 3)
04 47	2	04 440	1	—	04 318	1	2	04 45	1	04 49	1	3)
03 68	2	—		—	—	—	—	—		03 69	1	3)
3899 81	4	3899 831	1	3899 701	—	—	—	—		—		2)
99 46	3	99 457	1	99 530	—	—	—	3899 46	1	3899 48	2	3)
98 50	4	98 485	2	98 531	3898 362	3	3	98 49	1	98 51	2	2) 3)
—		98 132	3	—	—	—	—	—		98 20	1	
—		97 817	1	—	—	—	—	—		97 75	1	
97 47	2	—		—	—	—	—	—		97 45	1	
—		96 525	1	—	—	—	—	—		—		
96 48	3	96 474	1	—	96 347	2	2	96 47	1	96 49	1	3)
—		96 356	1	96 385	—	—	—	—		—		
—		—		95 583	—	—	—	—		95 61	1	
94 85	3	94 830	1	94 850	—	—	—	94 84	1	94 85	1	2) 3)
92 72	2	—		92 698	—	—	—	92 75	1	92 76	1	
91 92	3	—		—	—	—	—	—		91 77	1	
—		90 138	1	—	—	—	—	—		—		
89 62	2	89 559	1	89 498	89 448	3	3	89 57	1	89 61	2	
—		88 915	1	88 971	—	—	—	—		89 00	1	
86 42	5	86 408	5	—	—	—	—	—		—		
—		83 833	1	—	—	—	—	—		83 42	3	3)
79 32	2	—		—	—	—	—	—		—		
—		73 656	3	—	73 373	3	1	—		—		
—		—		—	72 956	3	2	73 34	1	73 35	1	
72 26	2	72 296	3	—	72 046	3	2	72 27	1	72 29	1	
65 83	2	—		—	—	—	—	65 79	1	65 81	1	
—		65 249	4	—	64 107	3	2	64 26	1	64 26	1?	
61 88	3	—		—	—	—	—	—		—		
56 68	4	—		—	56 663	3	3	56 65	1	56 68	2	2)
53 60	3	—		—	53 487	3	3	53 60	1	53 62	2	2) 3)
—		52 567	4	—	52 403	3	2	52 57	1	—		

2) Von Demarçay [36] im Funken nach Chloridlösung gemessen 3) Diese Linien sind von Hemsalech [44] im Funken gemessen, er giebt noch 3904 0

Hasselberg (40) Bogen		Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke		
—		3852 539	1	—	—	—	—	—		—		
3844 10	7	—		3844 135	3843 979	3	4	3844 12	3	3844 19	4 r	2) 3)
—		—		—	—	—	—	—		43 12	1	
41 17	8	—		41 195	41 721	4	5	41 23	5	41 26	6	2) 3)
—		—		40 340	—	—	—	—		—		
39 92	7	—		39 922	39 776	4	4	39 90	4	39 92	5	2) 3)
—		—		—	38 329	4	2	38 41	1	—		
37 68	3	—		—	—	—	—	—		—		
—		36 646	5	—	36 508	4	1	36 61	1	36 65	1	
34 48	9	34 468	5	34 506	34 361	6	6	34 50	8	34 52	7	2) 3)
33 96	7	33 978	3	34 006	33 836	6	5	34 01	4	34 02	4	2) 3)
—		—		—	32 435	3	2	32 45	1	—		
30 12	2	—		—	—	—	—	—		—		
29 81	5	29 778	6	29 822	—	—	—	29 80	3	29 83	3	2) 3)
—		—		—	24 772	3	2	—		—		
24 01	7	24 016	5	24 028	23 882	4	4	24 03	4	24 07	4	3)
23 64	8	23 647	4	23 653	23 510	4	5	23 64	5	23 69	6	2) 3) 6)
16 87	5	16 870	4	16 887	16 738	2	3	16 90	3	16 86	2	2) 3)
—		—		—	—	—	—	—		12 39	1	
—		—		—	—	—	—	—		11 49	1	
10 85	4	10 822	4	—	10 687	2	2	10 84	2	10 84	2	2) 3)
—		—		09 834	—	—	—	—		—		
09 70	6	09 747	6	09 724	09 591	5	4	09 75	5	09 73	6	2) 3) 6)
—		—		09 633	—	—	—	—		—		
—		—		—	09 119	2	2	09 30	1	09 25	1	
—		—		—	—	—	—	08 65	1	—		
—		—		07 012	06 860	7	8	07 33	1	—		
06 84	9	06 931	5	06 865	06 709	3	1	06 90	10 d?	06 90	8	2) 3) 6)
—		—		—	—	—	—	—		05 97	1	
—		—		—	—	—	—	04 89	1	04 90	1	
02 04	4	02 044	3	02 051	01 909	2	2	02 05	2	02 05	2	2) 3)
00 68	2	00 729	3	00 683	00 551	2	2	00 70	2	00 71	2	2) 3)
—		00 450	1	—	—	—	—	—		—		
3799 38	4	3799 381	3	3799 386	3799 256	2	2	3799 40	2	3799 40	2	2) 3)
—		—		—	98 262	2	—	98 40	1	98 36	1	
90 36	6	90 328	5	90 362	—	—	—	90 38	3	90 39	4	2) 3) 6)
—		89 979	2	—	—	—	—	—		—		
—		—		—	—	—	—	—		87 29	1	
—		—		—	—	—	—	—		87 00	1	
85 57	3	85 569	4	—	—	—	—	85 59	1	85 55	1	
—		—		—	—	—	—	—		84 04	1	
—		79 418	1	—	—	—	—	—		78 46	3	3)
76 70	3	76 608	3	76 698	—	—	—	76 67	1	76 69	1	
74 81	2	—		—	—	—	—	74 82	1	—		
74 02	2	—		—	—	—	—	—		74 04	1	
71 62	2	—		—	—	—	—	—		71 59	1	

2) Von Demarçay [36] im Funken nach Chloridlösung gemessen, er giebt ausserdem 3818 2, 3770 7 3) Diese Linien sind von Hemsalech [44] im Funken gemessen 6) Auf Zeeman-Effect untersucht

Hasselberg (40) Bogen		Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke		
3768 33	2	3768 376	4	—	3768 261	3	1	3768 30	1	3768 32	1	
67 84	4	67 842	2	3767 787	67 686	2	1	67 83	1	67 86	1	2)
—		—		—	—	—	—	—		67 69	1	
—		—		—	—	—	—	—		63 93	3?	
63 51	4	63 514	3	—	63 376	2	2	63 50	1	63 52	1	2)
—		63 449	3	—	—	—	—	—		—		
—		60 484	2	—	—	—	—	—		—		
—		60 216	4	—	—	—	—	—		—		
—		57 436	3	—	—	—	—	—		—		
56 80	3	56 731	3	56 705	56 631	2	1	56 77	1	56 79	2	2)
—		—		—	—	—	—	—		55 33	1	
—		—		—	—	—	—	—		54 45	1	
—		—		—	—	—	—	—		54 00	1	
50 92	4	50 896	3	50 916	50 758	2	1	50 90	2	50 91	1	2)
—		—		—	—	—	—	—		50 60	2	
49 54	3	—		—	—	—	—	—		—		
—		49 106	3	—	—	—	—	—		—		
—		—		—	—	—	—	—		48 66	1	
46 78	4	—		46 717	46 613	3	2	46 77	1	46 75	1	2)
—		41 219	1	—	—	—	—	41 19	1?	41 18	1	
—		—		—	—	—	—	—		40 43	1	
—		39 883	3	—	—	—	—	—		—		
37 03	3	—		37 059	—	—	—	—		37 04	2	2)
—		34 685	1	—	—	—	—	—		—		
32.05	5	32 052	4	32 072	31 925	3	3	32 05	2	32 11	3	2) 3)
—		31 487	2	—	—	—	—	—		—		
—		31 410	2	—	—	—	—	—		—		
—		31 124	3	—	—	—	—	—		31 16	1	
—		30 737	1	—	—	—	—	—		—		
—		—		—	—	—	—	—		30 20	1	
—		—		—	—	—	—	—		29 63	1	
29 05	4	29 053	3	29 004	—	—	—	—		29 03	2	2)
—		28 831	1	—	—	—	—	—		—		
—		—		—	—	—	—	—		27 45	1	
27 12	2	27 070	3	27 061	—	—	—	—		27 10	1	2)
—		—		—	—	—	—	—		25 43	1	
—		—		—	—	—	—	—		24 95	1	
—		—		—	—	—	—	—		21 06	1	
19 04	5	19 066	4	19 070	18 926	4	3	19 06	2	19 11	3	2) 3)
—		18 370	1	—	—	—	—	—		18 30	1	
—		—		—	—	—	—	—		17 67	1	
—		—		15 615?	—	—	—	—		15 40	1	
—		15 082	1	—	—	—	—	—		14 98	1?	
—		13 983	1	—	—	—	—	—		—		
—		13 551	1	—	—	—	—	—		—		
-		13 081	2	—	—	—	—	—		—		
—		12 410	1	—	—	—	—	—		—		
—		11 783	1	—	—	—	—	—		11 70	1	

2) Von Demarçay [36] im Funken nach Chloridlösung gemessen, er giebt ausserdem 3744 4. 3) Diese Linien sind von Hemsalech [44] im Funken gemessen

Hasselberg (40) Bogen		Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (3) Bogen		(2) Funke		
—		—		—	—	—	—	—		3710 02	1	
—		—		—	—	—	—	—		09 02	1	
—		—		—	—	—	—	—		08 20	1	
—		—		—	—	—	—	—		07 05	1	
3706 16	5	3706 810	2	—	—	—	—	3706 81	1	06 83	1	2) 3)
—		06 223	4	3706 175	3706 074	4	4	06 23	2	—		
01 85	3	01 880	4	01 866	01 733	3	2	01 88	2	01 89	1	2)
—		—		—	—	—	—	—		01 55	1	
—		00 637	2	—	—	—	—	—		00 68	1	
00 47	2	00 461	2	—	00 302	1	1	00 47	1	00 40	1	2)
—		00 314	2	—	—	—	—	—		—		
—		3698 489	2	—	—	—	—	—		—		
—		—		3696 800	—	—	—	—		—		
3696 69	5	96 693	5	96 707	3696 588	4	3	3696 70	2	3696 71	2	2) 3)
—		—		—	—	—	—	—		96 09	1	
—		—		95 658	—	—	—	—		—		
94 28	3u	94 147	5	—	—	—	—	94 27	1	94 30	1	
93 81	5	93 819	5	93 804	93 668	4	4	93 83	2	93 86	3	2) 3)
—		93 584	1	—	—	—	—	—		—		
92 98	3	92 962	3	92 954	—	—	—	92 96	1	93 00	1	
—		—			91 815	1	—	—		92 01	1	
—		—		91 452	—	—	—	—		—		
—		—		—	—	—	—	—		91 10	1	
—		—		—	—	—	—	—		91 01	1	
—		—		—	—	—	—	—		90 50	1	
—		86 957	1	—	—	—	—	—		—		
—		—		—	—	—	—	—		86 34	1	
85 69	2	—		85 665	—	—	—	—		85 70	1	
—		85 325	2	—	—	—	—	85 36	1	85 20	2	
85 04	2	85 006	3	—	84 866	1	1	85 01	1	85 00	1	2)
—		84 976	2	—	—	—	—	—		—		
—		84 656	4	84 680	—	—	—	84 67	1	84 66	1	
—		83 589	1	—	—	—	—	—		83 77	1	
82 24	4	82 217	3	82 161	82 091	2	2	82 23	1	82 25	2	2)
80 32	2	80 257	1	—	80 147	1	1	60 26	1	80 30	1	2)
77 12	4	77 090	4	—	76 950	3	2	77 13	1	77 13	2	2)
—		75 837	1	—	—	—	—	—		75 95	1	
70 67	3	70 661	2	70 678	70 518	3	1	70 67	2	70 66	1	2)
70 00	2	69 991	3	69 976	69 839	1	1	70 00	1	70 00	1	2)
69 54	2	69 535	1	—	—	—	—	69 55	1	69 55	1?	
—		—		—	—	—	—	—		68 13	1	
—		67 758	1	—	—	—	—	—		67 86	1	
—		64 779	3	—	—	—	—	—		—		
60 52	4	60 549	4	60 549	60 405	3	3	60 58	2	60 60	2	2)
—		58 664	2	58 689	—	—	—	58 68	1	58 70	1	
—		58 059	2	58 044	—	—	—	58 07	1	58 07	1	
—		—		—	—	—	—	—		56 65	1	
—		—		—	—	—	—	—		53 64	1	

2) Von Demarçay [37] im Funken nach Chloridlösung gemessen 3) Diese Linien sind von Hemsalech [44] im Funken gemessen

Hasselberg (40) Bogen		Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke		
—		–		—	—	—	—	—		3650 03	1	
—		—		—	—	—	—	—		48 87	1	
—		3642 848	3	—	—	—	—	—		—		
3641 60	2	41 579	3	3641 597	—	—	—	3641 56	1	41 60	1	
—		40 277	1	—	—	—	—	40 24	1	40 25	1	
—		38 028	2	—	—	—	—	—		—		
—		36 521	1	—	—	—	—	—		—		
35 89	2	35 827	2	—	—	—	—	35 82	1	35 25	1	
29 87	4	29 893	5	29 877	3629 740	4	3	29 89	3	29 88	1	2)
—		—			—	—	—	—		27 61	1	
23 92	5	23 946	6	23 925	23 794	5	4	23 96	4	23 95	2	2) 3)
—		22 529	1	—	—	—	—	—		—		
19 42	6	19 446	6	19 412	19 407	6	5	19 42	4	19 44	3	2) 3)
—		—		17 575	—	—	—	—		—		
—		—		15 531	—	—	—	15 53	1	—		
—		14 864	1	—	—	—	—	—		—		
—		13 196	2		—	—	—	—		—		
10 44	6	10 472	5	10 435	10 298	6	6	10 49	5	10 45	3	2) 3) 6)
08 62	6	08 626	5	08 630	08 532	6	6	08 66	5	08 63	3	2) 3) 6)
07 66	6	07 702	6	07 672	07 530	6	6	07 69	5	07 69	3	2) 3) 6)
—		06 847	5	—	—	—	—	—		—		
—		—		—	—	—	—	05 84	1	—		
—		05 384	1	-	-	—	—	—		—		
—		04 833	2	—	—	—	—	04 83	1	—		
01 96	2	01 911	2	—	—	—	—	01 94	1	—		
01 45	2	01 419	3	—	01 279	1	1	01 43	1	01 43	1	
—		3598 910	1	—	—	—	—	—		—		
3595 25	5	95 281	5	3595 256	3595 109	5	4	3595 29	4	3595 26	2	2)
—		—		—	—	—	—	91 95	1	—		
—		—		90 109	89 980	1	—	90 15	1	90 11	1	
—		88 093	3	—	—	—	—	—		—		
86 65	6	86 707	5	86 684	86 536	5	5	86 69	5	86 70	4	2) 3) 6)
—		85 474	5	—	—	—	—	85 46	1	—		
—		—		—	83 692	2	1	83 79	1	—		
—		—		—	—	—	—	82 54	1	—		
—		—		—	80 120	1	—	80 3	1u	—		
—		—		—	79 656	2	1	79 74	1	—		
77 99	7	78 030	6	78 014	77 865	7	6	77 99	10	78 03	5	2) 3) 6)
—		—		—	—	—	—	76 25	1u	—		
—		—		—	74 085	1	—	—		—		
70 13	5u	70 209	4	70 183	70 061	4	6	70 17	4	70 23	3	
69 91	5u	69 952	4	69 958	69 796	8	8	69 95	10R	69 96	4	2) 3) 6)
69 76	8U	69 597	5	69 649	69 485	5	8	69 61	15R	69 65	5	2)
—		—		—	—	—	—	—		63 28	1	
—		—		—	—	—	—	59 93	1	—		
—		57 053	4	—	—	—	—	—		—		

2) Von Demarçay [36] im Funken nach Chloridlösung gemessen 3) Diese Linien sind von Hemsalech [44] im Funken gemessen 6) Auf Zeeman-Effect untersucht

Hasselberg (40) Bogen	Fritsch (49) Bogen	Rowland (49) Bogen	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen	(47) Funken	
—	3553 904 4	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	3552 737	2	1	3552 90 1		
3548 35 5u	48 348 5	3548 332	48 187	4	8	48 33 3	3548 30 3	
48 17 5u	48 142 5	48 175	48 025	4	8	48 18 10 R	48 16 3	2)
47 94 6u	47 938 5	47 941	47 790	5	10	47 91 10 R	47 93 4	
—	44 829 2	—	—	—	—	—		
—	38 044 3	—	—	—	—	38 13 1		
—	35 481 3	—	—	—	—	35 40 1		
32 27 5u	32 229 6	32 262	32 128	5	8	32 20 20 R	32 26 3	2)
32 14 5u	—	32 143	32 002	5	8	—	32 15 3	
31 97 5u	31 988 4	31 982	31 839	4	8	31 94 3	32 02 2	
—	24 684 3	—	24 548	—	8	24 70 1		
—	11 979 2	11 978	—	—	—	11 97 1	11 98 1	
—	—	11 763	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	10 08 2	
—	05 702 2	—	—	—	—	—	—	
—	05 034 1	—	—	—	—	—	—	
—	03 871 1	—	—	—	—	—	—	
—	02 426 1	—	—	—	—	—	—	
—	00 745 1	—	—	—	—	—		
3497 67 3	3497 693 3	3497 668	3497 526	3	8	3497 66 1	3497 70 6	6)
96 96 3	96 978 4	96 952	—	—	—	96 96 1	96 95 3	
—	96 446 1	—	—	—	—	—		
95 99 4	96 001 4	95 974	95 845	5	8	95 99 1	96 02 7	6)
—	93 115 1	—	—	—	—	—		
—	92 477 1	—	—	—	—	—	92 43 2	
—	92 122 1	—	—	—	—			
88 80 4	88 844 4	88 817	88 678	4	10r	88 80 2	88 89 10	6)
—	—	88 437	—	—	—	88 43 1		
—	—	87 095	—	—	—			
83 01 4	83 075 5	83 047	82 924	4	10r	83 22 2	83.11 12	6)
—	—	—	—	—	—	—	82 20 1	
—	75 785 4	—	—	—	—	—		
—	74 235 6	74 287	74 136	4	8	74 27 1	74 30 15	
—	—	74 197	74 064	4	8	74 20 1		6)
—	—	—	—	—	—	—	70 88 1	
—	70 173 1	—	—	—	—	70 16 1	70 22 1	
—	69 187 2	—	—	—	—	—		
—	67 087 1	—	—	—	—	—		
—	65 383 1	—	—	—	—	65 34 1		
—	63 804 1	—	—	—	—	63 79 1	63 85 1	
—	62 945 1	—	—	—	—	62 88 1		
60 47 5	60 470 5	3460 460	60 330	5R	10r	60 45 2	60 19 20	
	60 164 2	60 174	—	—	—	—	60 21 2	6)
	—	—	—	—	—	—	58 00 1	
	—	—	—	—	—	—	57 07 1	
	—	55 204	—	—	—			
	55 145 1	55 121	—	—	—	55 10 1		

2) Von Demarçay [36] im Funken nach Chloridlösung gemessen

6) Auf Zeeman-Effect untersucht

Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen		(47 Funke		
3451 615	1	3451 609	—	—	—	—		3451 44	2	
50 743	1	—	3450 614	2	2	3450 73	1	—		
45 990	1	—	—	—	-	—		—		
—		-	—	—	—	—		45 67	1	
42 133	5	42 118	41 998	5	10r	42 13	2	42 20	30	6)
40 209	1	—	—	—	—	-		—		
40 050	2	—	—	—	—	—		—		
39 123	4	39 092?	38 978	3	3	39 13	1	39 12	3	
38 756	1	—	—	—	—	—		—		
35 360	1	—	—	—	—	—		—		
33 718	3	—	33 570	3	2	33 70	1	—		
—		-	—	—	—	—		28 27	1	
24 977	1	—	—	—	—	—		—		
20 939	2	20 940	—	—	—	20 95	1	—		
—		—	19 801	1	1	—		20 17	1	
—		—	—	—	—	—		19 55	2	
08 125	1	—	07 982	1	1	08 09	1	—		
—		—	—	—	—			01 81	1	
—		—		-	-	—		00 29	2	
—		—	—	—	—	-		95 04	1	
—		—	—	- -	-	—		89 88	1	
—		—	—	—	—	—		87 9	1	
3386 874	1	—	—	—	—	—				
86 075	1	86 085	—	—	—	—				
-		—		—	—	—		83 83	1	
83 027	1	—	—	—	—	—		—		
—		82 825	—	—	—	—		—		
82 610	2	—		—	—	—		—		
—		82 129	—	—	—	—		—		
80 901	1	—	—	—	—	—		—		
—		79 005	—	—	—	—		-		
77 767	1		—	—	—	—		-		
—		—	—	—	—	—		3376 62	1	
—		—	—	—	—	—		75 10	1	
71 582	2	-	-	—	—	—		—		
71 212	1	—	-	—	—	—		—		
—		3370 770	- -	—	—	—		—		
—		69 352	—	—	—	—		—		
68 342	1	68 319	—	—	—	—		- -		
66 361	1	—	3366 226	2	2	3366 40	1	66 33	1	
—		—	—	—	—	—		63 20	2	
61 320	3	—	—	—	—	—		—		
—		—	—	—	—	—		58 60	1	
55 620	1	55 661	—	—	—	—		—		
54 771	2	—	54 652	1	—	54 79	1	-		
51 833	2	—	51 665	2	1	51 82	1	-		
—		—	—	—	—	51 57	1	—		
50 548	2	—	—	—	—	—		—		
49 535	3	—	—	—	—	—		—		
45 481	2	45 495	45 354	3	1	45 47	1	—		

6) Auf Zeeman-Effect untersucht

Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke	
3343 855	3	3343 804	3343 729	3	2	3343 85	1		
—		—	—	—	—	—		3337 55	2
—		—	—	—	—	—		36 55	2
—		—	—	—	—	—		32 52	1
—		—	—	—	—	—		31 70	1
30 788	5	30 802	30 666	4	1	30 80	2	30 91	3
—		—	—	—	—	—		28 58	1
—		—	—	—	—	—		28 18	1
—		—	—	—	—	—		24 30	1
20 808	4	20 783	20 693	4	2	20 82	2	20 85	1
17 439	4	17 393	17 304	4	2	17 47	3	17 15	1
16 614	3	16 698	16 452	1	1	16 61	1	—	
—		16 561	—	—	—	—		—	
16 452	3	—	16 328	3	2	16 47	1		
16 123	1	—	—	—	—	—			
15 481	1	—	-	—	—	—			
15 039	3	14 995	14 898	3	2	15 07	2		
14 565	3	14 574	14 419	2	1	14 59	2		
—		14 334	—	—	—	—			
13 631	3	13 562	13 514	3	2	13 70	2		
13 360	3	13 301	13 199	3	2	13 41	2		
12 019	4	12 063	11 906	3	2	12 05	2		
11 690	1	—	—	—	—				
08 900	2	08 888	08 785	3	1	08 91	1		
08 155	2	—	—	—	—				
07 121	3	07 114	07 008	3	1	07 12	1		
		05 001	04 898	2	2	05 06	1	05 02	1
03 409	4	03 398	03 277	3	2	03 40	2		
—		—	00 956	2	—	01 10	1		
—		3299 652	—	—	—				
3298 352	4	98 361	3298 220	3	3	3298 35	2	3298 33	1
97 003	4	97 014	96 872	3	2	97 01	2	97.01	1
96 130	1	96 168?	96 027	2	1	96 16	1		
95 969	2	95 951	95 836	2	1	96 00	1	96 00	1
—		92 996?	—	—	—				
91 113	4	—	90 979	2	1	91 10	1		
80 876	4	80 900	80 744	5	1	80 90	2	80 90	1
—		—	80 640	1	1				
78 673	4	78 687	78 514	3	2	78 65	2	78 68	1
78 199	1	—	—	—	—				
73 140	3	73 175	73 010	3	2	73 15	1	73 14	1
70 457	3	70 473	70 347	3	2	70 49	1	70 50	1
68 839	3	68 847	68 703	3	2	68 83	1	68 87	1
67 886	3	67 910	67 794	3	3	67 90	1	67 94	1
64 832	5	64 833	64 692	4	4	64 83	3	64 86	2
60 336	5	60 386	60 212	4	3	60 40	3	60 37	2
58 513	5	58 542	58 410	4	4	58 52	3	58 55	2
56 248	5	56 264	56 140	5	5	56 25	3	56 25	2
—		55 617	—	—	—	—			
54 144	3	54 180	—	—	—	54 14	2	54 16	1
53 047	4	53 090	52 937	5	4	53 09	3	53 06	2

Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen		(47) Funke		
3251 234	4	3251 273	3251 117	4	3	3251 27	2	3251 26	1	
48 622	5	48 637	48 508	4	4	48 64	3	48 63	3	6)
—		—	—	—	—	47 80	1	—		
43 898	5	43 883	43 778	5	4	43 93	3	43 90	2	
40 987	1	—	40 604	4	2	40 75	2	40 73	1	
40 715	2	40 726	—	—	—	—		—		
40 508	4	40 522	40 373	4	2	40 53	2	40 53	1	
39 157	2	—	—	—	—	—		—		
38 828	2	—	—	—	—	38 81	1	—		
37 430	3	—	37 372	6	2	37 4	2u	—		
36 905	5	36 905	36 762	6	6	36 90	2	36 90	3	6)
36 324	3	—	—	—	—	—		—		
—		—	—	—	—	35 1	2u	—		
34 078	3	—	—	—	—	34 0	2u	—		
—		—	—	—	—	—		31 59	1	
30 841	4	30 843	30 700	5	4	30 81	2	30 84	2	
29 982	1	—	—	—	—	—		—		
28 183	5	28 219	28 071	7	5	28 20	3	28 20	3	6)
26.119	2	26 143	26 015	3	2	26 15	2	26 14	1	
24 862	4	24 882	24 745	4	2	24 90	2	24 88	1	
—		—	23 228	2	1	23 37	1	—		
—		17 040	16 928	3	2	17 04	1	17 03	1	
12 999	4	13 004	12 862	5	3	12 98	2	13 00	2	
—		—	—	—	—	—		11 88	1	
07 028	3	07 005?	06 894	3	1	07 00	2	—		
—		—	—	—	—	—		05 02	2	
03 857	2	—	03 736	2	1	03 82	1	—		
02 666	2	—	02 539	2	1	02 66	1	—		
01 232	1	—	01 121	2	1	01 24	1	—		
00 022	2	—	3199 927	2	1	00 06	1	—		
—		—	—	—	—	—		3199 03	1	
—		—	—	—	—	—		96 40	1	
3190 135	1	—	89 957	1	1	90 12	1	—		
—		—	—	—	—	—		87 18	2	
—		—	—	—	—	—		83 69	1	
—		—	—	—	—	—		83 55	1	
82 035	1	—	—	—	—	—		—		
78 642	4	3178 620	78 495	6	3	78 61	3	78 64	1	
77 171	1	—	77 053	1	1	77 16	1	—		
75 844	1	—	—	—	—	—		—		
74 776	2	—	—	—	—	—		—		
—		—	—	—	—	—		73 06	1	
		—	—	—	—	—		70 95	1	
—		—	—	—	—	—		70 05	1	
—		67 289	—	—	—	—		—		
61 191	4	61 146	61 053	5	2	61 19	3	61 22	1	
60 287	2	—	—	—	—	—		—		
60 070	1	—	59 946	2	1	60 04	1			
58 879	1	—	58 731	1	1	58 85	1	-		
55 937	1	—	—	—	—	—				

6) Auf Zeeman Effect untersucht

Fritsch (40) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen		(47) Funke	
—		—	—	—	—	—		3150 07	1
3149 026	1	—	—	—	—	—		—	
48 972	3	—	—	—	—	—		—	
48 313	5	3148 283	3148 188	5	2	3148 36	3	48 28	1
46 437	2	—	—	—	—	—		—	
42 792	2	42 846	42 674	3	1	42 80	1	—	
—		—	—	—	—	—		42 41	1
41 955	2	—	—	—	—	—		—	
40 537	1	—	—	—	—	—		—	
—		—	—	—	—	—		39 94	2
38 318	1	—	—	—	—	—		—	
38 156	2	—	—	—	—	—		—	
37 073	4	—	36 960	2	1	37 07	1	—	
35 562	1	—	—	—	—	—		—	
35 025	1	—	—	—	—	—			
32 927	3	—	32 805	2	1	32 96	1		
32 414	3	32 402?	32 296	2	1	32 45	1	—	
31 587	1	—	—	—	—	—			
30 733	1	—	—	—	—	—		—	
30 086	1	—	—	—	—				
—		—	—	—	—	—		28 75	1
28 449	3	—	—	—	—	—			
26 967	3	—	26 858	1	1	26 94	1	—	
—			—	—	—	—		25 35	1
25 141	2	—	25 023	1	1	25 13	1	—	
—		—	—	—	—	—		23 77	1
—		—	—	—	—	—		23 23	2
23 012	3	—	32 886	1	1	23 00	1		
22 985	2	—	—	—	—	—			
21 189	1	—	—	—	—	—			
20 691	2	—	—	—	—	—			
20 531	4	—	20 342	2	1	20 51	1		
18 719	1	—	—	—	—	—			
18 224	3	—	—	—	—	—			
16 027	1	—	—	—	—				
15 575	3	—	15 473	3	2	15 60	1	15 54	1
14 475	1	—	—	—	—				
14 223	1	—	—	—	—	—			
13 907	2	—	13 808	2	1	13 95	1		
13 564	1	—	—	—	—			—	
13 472	2	—	—	—	—				
13 227	3	—	13 037	1	1	13 25	1		
12 230	1	—	—	—	—	—			
11 693	2	—	—	—	—	—			
11 583	2	—	—	—	—	—		—	
—		—	—	—	—	—		11 36	1
10 792	4	—	10 686	3	2	10 86	1	10 79	1
10 684	3	—	—	—	—	—		—	
—		—	—	—	—	—		10 31	1
10 178	2	—	—	—	—	—		—	
09 572	2	—	—	—	—	—		09 5	1u

Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) im Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke	
3109 163	1	—	—	—		—		—	
08 907	1		—			—		—	
08 777	3		—	—		3108 75	1	—	
07 893	3	—	—		—	07 90	1	—	
07 738	3					—		—	
—						—		3107 61	1
06 896	3		—			—		—	
—						—		04 55	1
03 199	3					—		—	
—						—		02 44	1
01 647	3		—			01 67	1	01 67	1
00 424	5	3100 430	—			00 43	1	00 42	1
—						—		3099 43	1
3097 152	4	—	3097 052	3	2	3097 18	2	97 18	1
96 910	2			—	—	—		—	
—						—		96 45	1
						—		96 17	1
95 519	2					—		—	
—		—		—		—		93 22	1
86 938	2				—	—		87 06	1
—		—	—	—		—		84 83	1
—			—		—	—		84 75	1
82 822	2			—	—	82 86	1	82 83	1
82 185	4	82 142?	—	—	—	—		—	
81 471	4	81 419	81 331	4	2	81 52	3	81 48	1
79 767	5	79 724	79 642	5	2	79 80	3	79 75	1
78 987	1	—	—	—	—	—		—	
76 359	1		—	—	—	—		76 46	1
75 700	1		—	—	—	—		—	
—			—	—	—	—		75 30	1
73 265	5	73 232	73 149	5	2	73 33	4	73 25	1
—		—	—	—	—	—		70 94	2
70 401	5	70 372	70 306	5	2	70 46	4	70 37	1
69 197	1	—	—	—	—	—		—	
66 150	5	66 101	66 034	5	2	66 19	4	66 11	1
65 272	1	—	—	—	—	—		—	
—		—	—	—	—	—		62 67	1
62 255	5	62 222	62 131	5	2	62 30	4	62 25	1
—		—	—	—	—	—		59 15	3
57 139	2	—	—	—	—	—		—	
—		—	—	—	—	—		56 83	1
56 621	3	—	—	—	—	—		—	
54 490	5	54 429	54 389	6	2	54 53	4	54 48	2
51 498	1	—	—	—	—	—		51 55	3
—		—	—	—	—	—		50 77	4
50 138	1	—	—	—	—	—		—	
		—	—	—	—	—		49 12	2
49 003	4	48 999	—	—	—	48 95	1	—	
47 135	5	47 158	47 040	3	2	47 14	2	47 14	2
46 733	2	—	—	—	—	—		—	
		—	—	—	—	—		46 55	1u

Fritsch (49) Bogen		Rowland (37) in Sonne	Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen		(47) Funke		
3145 920	3	3145 870?	3145 815	2	1	3145 90	2	3145 88	1	
45 738	4	45 695	45 589	3	2	45 70	2	45 66	1	
45 485	2	—	—	—	—	—		—		
44 699	6	44 671	44 592	6	3	44 69	5R	44 68	2	
43 917	3	43 870?	43 773	3	1	43 90	1	—		
43 499	4	43 456?	43 348	3	2	43 46	2	43 15	2	
43 363	1	—	—	—	—	—		—		
43 279	3	—	43 146	2	2	43 25	1	43 20	2	
43 021	1	—	—	—	—	—		—		
42 808	5	—	—	—	—	42 87	1	42 82	1	
41 366	4	41 325?	41 231	2	1	41 35	1	41 31	1	
40 749	4	40 712	40 601	3	2	40 76	2	40 70	1	
—		—	—	—	—	—		39 8	2u	
38 735	2	—	—	—	—	—		—		
38 652	1	—	—	—	—	—		38 61	3	
—		—	—	—	—	—		38 21	3	
35 482	2	—	—	—	—	—		35 50	3	6)
—		—	—	—	—	—		34 90	2	
—		—	—	—	—	—		34 23	1	
33 655	1	—	—	—	—	—		33 69	2	
33 434	1	—	—	—	—	—		—		
32 378	1	—	—	—	—	—		—		
31 398	2	—	—	—	—	—				
—		—	—	—	—	—		31 19	3	6)
29 811	3	—	—	—	—	—				
—		—	—	—	—	—		29 50	2	
—		—	—	—	—	—		29 28	2	
—		—	—	—	—	—		25 93	1	
—		—	—	—	—	—		3025 32	1	
3022 907	5	22 861	3022 754	3	1	3022 90	2	22 85	1	
—		—	—	—	—	—		21 85	1	
—		—	—	—	—	—		21 19	1	
—		—	—	—	—	—		20 75	1	
—		—	—	—	—	—		20 07	3	
16 598	5	16 557?	16 462	3	1	16 60	1	16.55	1	
—		—	—	—	—	—		14 95	1	
14 811	4	3014 752?	—	—	—	14 82	1	14 80	1	
—		—	—	—	—	—		13 77	1	
12 987	3	—	—	—	—	—		—		
11 498	2	—	11 378	2	1	11 52	1	11 50	1	
11 307	4	11 257?	11 171	2	1	11 30	1	11 30	1	
—		08 312?	—	—	—	08 35	1	08 35	1	
07 812	4	07 757?	07 657	2	1	07 80	1	07 76	1	
—			02 492	1	1	02 72	1	—		
—			—	—	—	—		02 22	1	
—			—	—	—	—		2997 30	1	
2996 638	2		—	—	—	—		—		
92 236	2		—	—	—	—				
—			—	—	—	—		89.85	1	

6) Auf Zeeman-Effect untersucht

Fritsch (49) Bogen		Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48 Bogen		(47) Funke	
2986 148	4	—	—	—	2986 14	1	—	
—		—	—	—	—		2984 75	1
—		—	—	—	—		80 92	1
80 151	3	—	—	—	—		—	
—		—	—	—	—		79 11	1
78 734	3	2978 582	2	1	78 68	1	—	
78 245	3	—	—	—	—		—	
—		—	—	—	—		77 95	1
77 427	1	—	—	—	—		—	
—		—	—	—	—		76 99	2
—		—	—	—	—		76 60	3
74 234	3	—	—	—	—		—	
—		—	—	—	—		72 75	1
71 077	1	—	—	—	—		—	
—		—	—	—	—		67 00	1
—		—	—	—	—		66 05	1
—		—	—	—	64 25	1	—	
63 736	4	—	—	—	63 75	1	—	
53 395	2	63 615	2	1	—		—	
—		—	—	—	—		61 80	2
—		—	—	—	—		60 47	1
—		—	—	—	—		60 09	1
—		—	—	—	—		59 06	2
—		—	—	—	—		58 81	1
—		—	—	—	—		58 18	2
57 127	3	—	—	—	57 07	1	57 07	1
56 254	3	—	—	—	—		56 26	1
—		—	—	—	—		56 10	1
—		—	—	—	—		55 23	2
53 177	3	53 031	1	1	53 15	1	—	
—		—	—	—	—		52 96	1

Fritsch (49) Bogen		Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen		(47) Funke		
—		—	—	—	—		2951 98	1	
2951 117	1	—	—	—	—		51 30	4	6)
49 353	6	2949 224	8	9	2949 31	3	49 31	30	6)
46 354	1	—	—	—	—		—		
—		—	—	—	—		46 02	1	
—		44 410	1	1	44 53	1	—		
—		—	—	—	—		44 02	2	
—		—	—	—	—		43 26	3	
42 875	3	41 755	1	1	42 85	1	42 84	1	
41 791	1	41 694	1	1	41 80	1	41 66	2	
41 164	5	41 047	3	1	41 15	2	41 16	1	
40 520	6	40 512	6	1	40 50	8	40 45	1	
40 026	4	40 330	2	1	40 01	1	—		
39 443	5	39 314	7	8	39 40	3	39 39	20	6)
38 015	4	—	—	—	38 00	2	—		
—		—	—	—	—		37 82	2	
—		—	—	—	—		36 90	1	
—		—	—	—	36 25	1	—		
35 738	4	35 663	2	1	35 75	1	—		
—		—	—	—	—		35 45	1	
—		—	—	—	—		34 81	1	
—		—	—	—	—		34 52	1	
34 182	3	34 024	3	1	34 13	2	34 14	1	
—		—	—	—	—		33 86	1	
33 580	1	—	—	—	—		—		
33 207	5	33 068	7	8	33 19	3	33 13	15	6)
—		—	—	—	—		32 44	1	
—		—	—	—	—		30 62	2	
30 371	4	30 163	2	—	30 35	2	—		
28 813	4	28 699	3	1	28 79	2	28 76	1	
—		—	—	—	—		27 75	1	

6) Auf Zeeman-Effect untersucht

Fritsch (49) Bogen		Kilby (66)	Bogen	Funke	Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke		
—		—	—	—	—		2927 47	1	
—		—	—	—	—		27 34	1	
—		—	—	—	—		26 68	1	
—		—	—	—	—		25 98	1	
2925 740	6	2925 597	8	2	2925 67	8	25 65	1	
24 707	1	—	—	—	—		—		
24 547	3	24 450	1	1	24 55	1	—		
23 833	2	23 728	1	1	23 85	1	—		
—		—	—	—	23 35	1	—		
—		—	—	—	—		22 72	3	
—		—	—	—	—		21 44	1	
20 577	2	20 480	1	1	20 60	1	—		
19 231	3	—	—	—	19 23	1	—		
14 710	6	14 618	9	2	14 71	8	14 73	1	
13 936	2	—	—	—	13 97	1	—		
—		—	—	—	—		13 25	2	
10 364	1	—	—	—	—		—		
—		08 886	1	1	08 99	1	—		
08 118	2	08 004	1	1	08 10	1	—		
07 327	3	07 236	3	1	07 32	2	07 32	1	
—		—	—	—	06 50	1	—		
—		—	—	—	—		05 36	1	
—		—	—	—	—		04 76	1	
—		—	—	—	—		03 02	1	
02 508	1	—	—	—	—		—		
02 309	4	02 212	2	—	02 34	1	—		
01 072	1	—	—	—	—		—		
00 636	4	00 565	1	4	00 66	1	—		
00 303	1	—	—	—	—		00 30	3	6)
2599 833	1	—	—	—	—		—		
—		—	—	—	—		2599 02	1	
—		—	—	—	—		98 82	3	6)
98 106	2	2598 006	2	—	2598 10	1	—		
2863 538	1	—	—	—	—		—		
—		—	—	—	—		2862 7	1u	
—		—	—	—	—		61 8	1u	
58 754	4	2858 670	2	—	2858 85	2	—		
—		—	—	—	—		57 10	1	
—		—	—	—	—		56 33	2	
—		—	—	—	—		55 29	1	
—		—	—	—	—		55 11	1	
54 895	1	—	—	—	—		—		
—		—	—	—	—		51 30	1	
—		—	—	—	—		46 10	2	
42 190	3	—	—	—	42 24	1	—		
—		—	—	—	—		40 45	1	
—		—	—	—	—		38 82	1	
—		—	—	—	37 00	1	—		
36 423	4	36 328	2	1	36 43	1	—		
33 267	1	—	—	—	—		—		
32 538	1	—	—	—	—		—		
30 896	4	30 807	3	2	30 92	2	30 84	3	
—		—	—	—	—		30 57	1	
—		28 806	2	1	28 87	1	—		
—		—	—	—	—		28 55	1	
26 806	5	—	—	—	26 8	2u	—		
—		—	—	—	—		24 79	2	
24 340	2	—	—	—	24 5	2u	—		
—		—	—	—	23 40	1	—		
22 658	4	22 561	3	1	22 68	2	22 68	1	
22 382	1	—	—	—	—		22 17	1	
—		—	—	—	—		21 95	1	
21 563	4	21 571	2	1	21 58	2	21 57	1	
19 824	2	—	—	—	19 83	1	—		
19 470	2	—	—	—	19 46	1	—		
19 025	4	18 844	1	—	19 00	2	—		

2597 908	3	2597 810	2	—	2597 92	1	—		
97 531	1	—	—	—	—		—		
97 172	1	—	—	—	—		2597 19	2	
96 233	1	—	—	—	—		—		
95 272	1	—	—	—	95 29	1	—		
—		—	—	—	—		95 03	2	
—		—	—	—	94 72	1	—		
—		—	—	—	—		93 95	1	
92 770	4	92 672	2	1	92 77	1	—		6)
—		92 408	2	4	92 57	1	92 52	4	
—		—	—	—	—		91 47	3	
—		—	—	—	—		90 77	1	
89 682	4	89 622	1	3	89 69	1	89 79	10	6)
—		89 550	2	6	—		—		
—		—	—	—	—		88 25	1	
—		—	—	—	—		87 99	2	
86 790	3	86 688	1	4	86 77	1	86 80	6	6)
—		—	—	—	—		85 23	2	
—		—	—	—	—		84 28	1	
—		—	—	—	—		83 94	2	
82 997	3	82 916	1	1	83 01	1	—		
—		—	—	—	—		81 25	1	
—		—	—	—	—		79 96	2	
79 586	3	79 480	1	1	79 60	1	79 60	5	6)
—		—	—	—	—		75 49	1	
—		—	—	—	—		74 95	1	
—		—	—	—	—		73 06	3	6)
72 675	4	72 594	2	2	72 68	2	72 50	1	
—		—	—	—	—		70 94	1	
70 207	1	—	—	—	—		70 23	4	6)
—		—	—	—	—		69 76	1	
—		—	—	—	—		69 37	1	
—		—	—	—	68 99		—		
—		—	—	—	—		68 3	1u	
—		—	—	—	—		64 91	1	

6) Auf Zeeman-Effect untersucht

2818 870	3	2818 790	3	—	2818 85	2	2818 87	1	
18 083	4	17 986	3	1	18 09	3	18 05	1	
17 778	3	—	—	—	17 77	1	—		
17 587	3	—	—	—	—		17 41	2	
17 278	2	17 198	2	1	17 26	1	—		
—		—	—	—	—		16 41	2?	
15 686	3	15 618	2	1	15 71	1	—		
15 121	4	14 935	2	3	15 13	1	15 18	3	
14 558	1	—	—	—	—		—		
14 067	4	13 997	2	1	14 09	2	—		
13 570	5	13 488	3	1	13 60	2	13 56	1	
—		—	—	—	—		13 24	1	
12 954	4	12 845	3	3	12 99	2	—		
—					—		12 76	3	6)
—					—		12 40	2	
11 844	2				—		—		
—					—		11 55	1	
11 427	2				11 48	1	11 40	2	
—					11 27	1	—		
—					—		10 39	2?	
—					—		09 5	1	
09 206	4				09 20	2	09 30	2	
—					08 49	1	—		
08 125	3				08 12	2	08 12	1	
—					—		07 67	2	
06 899	4				06 92	1	06 99	2	
06 244	4				06 25	2	06 25	1	
05 337	3				—		05 48	5	
—					05 04	1	—		
04 443	4				04 45	2	04 49	1	
04 194	3				04 24	2	04 32	1	
03 716	4				03 74	2	—		
—					—		03 42	2d	
02 874	5				02 90	2	02 85	1	
02 750	2				—		—		

Fritsch (49) Bogen		Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke		
2802 525	5	2802 53	2	2802 53	1	
02 274	4	02 29	1	02 29	1?	
—		—		01 26	2	
01 178	6	01 20	50R	01 15	1	6)
2799 955	5	2799 99	2	2799 96	1	
—		—		98 47	2	
98 361	6	98 37	50R	98 35	1	6)
—		—		97 56	1	
97 199	3	97 19	1	—		
97 046	3	97 05	1	—		
—		—		96 3	2r	
—		—		95 99	1	
95 636	5	95 62	2	95 69	1	
—		—		95 34	4	6)
—		—		95 02	1	
94 921	6	94 92	50R	94 82	1	6)
94 284	4	—		—		
—		—		93 86	1	
93 350	2	—		93 40	1	
91 879	2	—		—		
91 661	3	—		—		
91 208	4	91 23	2	91 30	2	
91 032	2	—		91 05	1	
90 467	4	90 47	2	—		
—		—		90 14	3	
89 860	3	89 85	1	—		
89 505	5	89 46	2	—		
89 294	5	89 30	2	89 34	1	
88 765	2	88 78	1	—		
87 915	1	87 94	1	—		
—		—		86 57	2	
86 342	2	86 35	1	—		
—		—		85 36	1	

Fritsch (49) Bogen		Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke		
2761 469	3	—		—		
61 030	5	2761 03	3	2761 11	3	
—		—		60 42	2	
59 072	2	59 08	1	—		
—		—		58 53	1	
—		—		58 17	2	
—		—		56 90	1	
—		—		56 80	1	
55 855	4	—		—		
—		—		54 53	1	
—		—		54 30	1	
—		54 0	1d	54 06	1	
—		—		53 56	1	
—		—		53 28	1	
52 413	2	52 40	1	—		
—		—		51 70	1	
—		—		50 24	2	
49 595	1	—		—		
49 421	3	—		—		
—		—		48 79	1	
—		—		48 03	1	
47 904	2	47 86	1	—		
—		—		47 40	1	
45 647	4	45 64	1	45 82	1	
—		—		45 55	1	
—		—		44 98	1	
44 401	1	44 39	1	—		
43 526	3	43 50	1	—		
42 534	5	42 53	1	—		
42 112	4	—		—		
40 686	1	—		40 85	2	
38 966	3	38 95	1	—		
—		—		37 65	2	

Fritsch (49) Bogen		Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke		
—		—		2703 55	1	
—		—		03 10	1	
2701 783	4	2701 79	1	01 80	5r	
01 249	1	—		01 28	2	6)
—		—		01 11	2	
—		—		2699 07	2	
—		—		96 05	1	
2695 377	2	2695 40	1	95 46	1	
—		—		95 17	3	
94 637	3	94 65	1	—		
94 139	1	—		94 20	2	
—		—		93 70	2	
93 249	2	93 30	1	93 30	3	
92 747	4	92 87	2	—		
—		—		92 56	2	
—		—		92 11	2	
—		—		91 88	1	
—		—		91 10	3	
—		—		90 54	1	
—		—		89 90	2	
—		—		88 37	4	6)
87 495	3	87 53	1	87 50	2	
86 850	2	86 89	1	—		
86 043	2	86 07	1	86 02	3	
84 605	1	—		84 66	3	
83 831	2	83 83	1	83 96	2	
83 112	3	83 12	1	83 16	1	
—		—		82 50	1	
81 804	4	81 83	1	81 75	1	
—		—		81 37	3	
—		—		80 81	3	
—		—		80 49	3	
—		—		80 09	3	

—		—		2785 17	2	
—		—		84 35	2	
2783 184	3	2783 21	1	—		
82 844	4	82 85	2	—		
—		—		82 30	3	
—		—		81 52	1	
80 104	4	80 14	2	80 12	1	
—		—		79 11	2	
78 648	4	78 68	2	—		
—		—		77 90	2	
77 586	2	77 57	1	77 55	1	
—		—		76 66	2	
76 335	5	76 25	2	—		
—		—		75 90	2r	
—		—		75 48	1	
—		—		75 11	2	
—		—		74 60	1	
73 766	3	73 80	1	—		
73 151	2	—		73.20	1	
—		—		72 26	1	
71 541	4	71 55	2	—		
—		—		69 76	2	
—		—		69 45	1	
—		—		69 00	2	
—		—		68 60	3	
—		—		67 99	2d	
67 615	5	67 58	1	—		
—		—		65 77	1	
—		—		65 55	2	
—		—		65 06	1	
—		64 00	1	64 10	1	
63 764	2	63 76	1	63 80	1d	
—		—		63 29	1	
—		—		62 67	1	
—		—		62 3	2u	

—		—		2737 11	2	
2735 605	3	—		—		
—		2734 83	1	—		
—		—		33 96	1	
—		—		31 78	1	
29 522	3	29 48	1	28 67	3	
—		—		28 15	1	
—		—		27 63	3	
—		—		27 05	1	
—		26 22	5	26 00	2	
—		—		24 52	3	
—		—		24 27	1	
—		—		22 19	3	
31 007	2	—		20 99	1	
—		—		20 01	2	
—		—		19 83	2	
—		—		19 40	3	
—		—		19 09	2	
—		—		17 58	2	
—		—		16 85	2	
—		—		15 78	1?	
—		—		14 83	1	
—		—		13 95	1	
13 434	5	13 42	5	—		
—		—		11 70	5	6)
—		—		10 72	2	
10 426	4	10 42	1	10 41	3	
—		—		10 05	2	6)
—		—		09 72	1	
—		—		08 91	1	
08 555	3	08 53	1	08 52	4	6)
—		—		07 61	3	
—		—		06 73	1	
05 826	3	05 81	1	05 80	5	6)
03 987	5	04 00	5	04 08	2	

—		—		2679 26	2	
—		—		77 95	2	
—		—		77 35	2	
—		—		76 85	1	
2676 399	2	2676 41	1	—		
76 171	1	—		—		
—		—		75 61	2	
75 003	1	—		75 11	2	
—		—		74 87	2	
74 527	1	—		74 56	2	
—		—		73 50	3	
72 655	3	72 66	1	72 71	5	6)
—		—		71 94	2	
70 882	2	—		—		
70 532	2	70 45	1	—		
70 346	1	70 30	1	—		
—		—		69 44	1	
—		—		67 95	1	
—		—		67 11	4	
66 894	4	—		66 90	4	
65 174	1	—		65 30	2	
—		—		64 15	2	
—		—		62 66	2	
—		—		60 74	1	
—		—		60 46	1	
59 484	1	—		59 33	1	
—		—		59 20	1	
57 952	1	58 00	1	—		
—		—		56 25	2	
55 880	3	55 85	1	55 99	4	
—		—		53 66	1	
52 545	2	—		52 59	3	
—		—		51 96	1	
—		—		51 11	3	
48 917	1	48 9	1u	49 03	2	

6) Auf Zeeman-Effect untersucht

Fritsch (49) Bogen		Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke		
—		—		2648 13	2	
—		—		47 70	1	
—		—		43 85	1	
—		—		43 15	1	
—		—		42 86	1	
—		—		42 33	1	
—		—		39 91	5	6)
—		—		38 73	1	
—		—		38 64	1	
2638 249	4	2638 26	1	38 25	5	6)
—		—		37 96	2	
—		—		37 24	1	
37 036	1	—		36 99	1	
—		—		35 69	2	
—		—		33 89	1	
33 357	2	—		33 42	1	
33 060	1	—		33 06	1	
32 685	3	—		32 47	7	6)
32 373	4	32 46	1	32 10	2	
30 658	4	30 66	2	30 67	1	
30 364	3	30 35	1	—		
—		—		29 64	1	
—		—		28 83	1	
—		—		28 36	2	
27 663	1	—		—		
—		—		27 15	1	
26 742	5	26 74	2	—		
—		—		26 55	2	
—		—		25 70	7	6)
25 226	2	—		25 28	1	
24 906	4	24 93	2	24 85	2	
24 790	1	—		—		
24 158	4	24 15	2	24 15	2	

Fritsch (49) Bogen		Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke		
2603 219	1	—		2603 30	1	
—		—		03 17	1	
—		—		02 82	3	
02 238	3	2602 23	1	02 06	1	
—		—		01 94	1	
01 604	1	—		01 62	2	
00 990	2	—		—		
00 796	1			00 68	1	
—		00 33	1	00 35	1	
2599 999	3	2599 97	1	—		
99 640	2	—		—		
—		—		2599 02	8	
98 259	2	98 25	1	—		
—		—		97 63	1	
—		—		96 90	2	
95 817	5	95 85	3	95 76	3	
—		—		94 83	2	
94 170	2	—		—		
93 906	4	93 82	4R	93 80	15R	6)
93 695	4	—		—		
—		—		94 38	2	
93 057	5	93 04	2	93 05	1	
92 425	3	92 40	1	92 48	1	
—		—		92 13	1	
—		—		91 91	1	
—		—		91 52	2	
—		—		91 33	2	
90 630	1	—		90 79	1	
—		—		90 24	2	
—		—		90 13	1	
89 543	4	—		89 80	2	
—		—		89 08	3	
—		—		87 68	1	

Fritsch (49) Bogen		Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke		
—		—		2571 04	2	
—		—		70 19	1	
—		—		69 40	1	
—		—		68 83	1	
—		—		68 62	1	
—		—		68 39	1	
2567 529	1	—		—		
66 348	2	—		—		
66 140	3	—		66 12	1	
66 084	2	2566 06	1	—		
65 337	2	—		65 30	2	
—		—		64 22	1	
63 771	3	—		63 72	5	6)
63 333	2	—		63 34	1	
—		—		62 35	1	
—		—		61 64	1	
—		—		60 85	1	
—		—		59 77	1	
59 527	2	—		59 48	2	
—		—		58 95	1	
—		—		58 67	4	6)
—		—		58 36	1	
—		—		57 63	2	
56 960	3	—		56 97	2	
56 712	1	—		56 65	3	
—		—		54 61	1	
54 193	1	—		54 08	1	
—		—		53 31	2	
—		—		53 10	1	
—		—		51 98	2	
—		—		51 65	1	
—		—		50 78	1	
—		—		50 45	1	

2623 398	4	2623 42	2	—			—		—		2587 60	1	—		—		2549 94	1
23 011	5	23 01	2	2623 05	1		—		—		87 36	1	—		—		49 70	1
22 976	2	—		—			2587 181	1	—		—		—		—		49 43	1
—		—		21 40	1		—		—		86 68	1	2548 877	4	2548 87	1	48 85	3
20 474	2	—		—			—		—		85 6	1u	—		—		48 40	2
20 087	3	20 09	2	20 05	1		—		—		84 63	2	—		—		48 01	1
19 941	2	—		—			84 432	4	2584 41	2	84 42	2	—		—		47 53	1
19 609	4	19 60	2	19 57	1		84 240	4	84 24	2	—		46 713	2	46 70	1	—	
—		—		19 38	2		83 415	3	—		—		—		—		45 27	2
19 004	3	19 01	2	19 03	2		83 369	3	—		—		—		—		44 38	1
18 579	3	18 50	1	—			83 237	2	—		—		—		—		44 06	1
18 205	5	18 22	2	18 20	8	6)	83 175	1	—		83 07	2	—		—		43 56	3
—		—		17 53	1		—		—		82 71	1	43 026	1	—		43 06	3
—		—		17 00	1		—		—		82 52	1	42 916	3	—		—	
—		—		16 60	2		81 860	1	—		81 78	1	42 630	3	42 59	1	42 76	1
—		15 97	1	—			81 301	1	—		—		42 216	4	—		—	
—		—		14 13	1		80 302	2	—		—		—		—		41 24	2
13 669	2	13 65	1	—			79 761	3	79 86	1	—		—		—		40 87	1
12 939	4	12 94	1	—			—		—		79 45	1	—		—		40 29	1
12 660	1	—		12 72	1		—		—		79 00	3	39 836	1	—		—	
—		—		10 95	1		—		—		78 45	1	39 721	3	—		—	
—		—		10 68	1		—		—		78 05	1	39 465	3	—		39 5	1u
10 258	4	10 26	1	10 29	8	6)	77 798	4	—		—		—		—		39 02	1
—		—		09 64	2		77 594	3	77 55	1	—		—		—		38 14	2
—		—		08 90	2		76 773	4	—		—		—		—		38 04	2
—		—		08 52	2		76 521	3	—		—		—		—		37 70	1
—		—		08 19	1		76 284	5	76 20	4R	76 20	30R	—		—		37 45	1
—		—		07 94	1		75 629	5	75 59	2	75 60	1	—		—		36 91	1
—		—		07 35	1		75 195	1	—		—		—		—		36 16	1
—		—		06 93	1		74 837	1	—		—		—		—		35 75	2
—		—		06 67	1		74 536	1	—		74 34	1	—		—		35 15	1
—		—		06 35	1		74 484	1	—		—		—		—		34 93	2
05 757	5	05 78	4	05 77	10R	6)	72 915	5	72 86	2	72 88	1	—		—		34 24	2
—		—		04 44	2		—		—		72 54	1	—		—		33 44	2
—		—		03 81	3		—		—		72 00	1	33 165	4	33 15	1	—	

6) Auf Zeeman-Effect untersucht

Fritsch (49) Bogen		Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke	
2532 980	1	—		2532 89	2
—		—		31 94	2 d
30 797	4	—		30 81	2
—		—		29 19	1
—		2528 76	1	—	
27 539	5	—		27 53	1
—		—		27 22	1
—		—		26 18	1
25 765	3	25 77	1	—	
25 499	3	—		—	
—		24 55	1	24 67	1
—		—		23 30	1
—		—		23 13	1
—		—		22 63	1
—		—		21 77	1
—		—		21 25	1
—		—		20 67	2
—		—		20 36	1
—		—		20 22	1
—		—		18 27	2
—		—		17 60	1
—		—		17 50	1
—		—		16 86	2
—		—		16 70	1
—		—		15 5	1
—		—		14 75	1
—		—		14 31	2
—		—		10 80	2
—		—		09 74	1
—		—		08 94	1
—		—		07 92	1
—		—		07 74	2
—		—		06 22	1

Fritsch (49) Bogen		Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke	
—		—		2467 2	1
—		—		66 49	2
—		—		66 29	2
2465 502	2	—		65 25	1
—		—		64 07	1
—		2463 10	1	—	
—		62 88	1	—	
61 071	4	61 11	1	61 10	1
—		61 03	1	—	
—		—		60 74	1
—		—		60 02	1
59 792	2	—		—	
—		—		58 76	2 ?
—		—		57 95	1
—		—		56 9	1
—		—		53 73	1
—		—		53 25	2
—		—		52 61	10
—		—		50 6	1
—		—		49 84	1
—		—		48 9	1
—		—		46 55	2
—		—		45 73	1
—		—		43 53	1
—		—		42 91	1
—		—		41 25	2
—		—		40 55	1
—		—		38 30	3
—		—		38 00	3
—		—		37 53	5
—		—		36 70	1
35 595	3	—		—	
35 232	6	35 20	1	35 22	1

Fritsch (49) Bogen		Exner und Haschek (48) Bogen		Exner und Haschek (47) Funke	
—		—		2385 37	1
2384 138	3	—		84 1	1
—		—		76 80	1
—		—		74 37	1
—		—		73 47	3
72 189	2	—		—	
—		—		70 0	1
67 146	1	—		67 01	1
—		—		61 85	2
—		—		60 17	2
—		—		59 54	2
—		—		58 54	2
—		—		57 80	1
—		—		56 88	1
—		—		54 59	1
—		2353 03	1	—	
52 002	3			—	
—				49 30	1
—				48 90	1
46 584	1			—	
				41 30	1
				40 70	1
				35 06	1
				33 34	1
				32 25	1
				28 95	1
				28 80	1
				26 02	1
				20 55	3
				19 01	1
				15 77	1
				12 78	1
				09 08	1

—	—	03 7 1 u	2434 2[illegible] 4	2434 29 1	—			2308 90 1
—	—	02 55 1	34 144 4	34 18 1	—			08 28 1
2499 525 4	2499 51 1	—	—	—	2433 50 1			05 10 2
—	—	2499 10 4	31 950 3	—	—			2299 05 2
—	—	97 86 2	31 602 4	31 62 1	—			69 99 2
—	—	96 90 1 r	30 507 4	30 48 1	—			31 74 2
94 731 1	—	—	29 306 4	29 32 1	29 47 1			30 04 2
94 649 3	94 50 1	—	28 503 4	28 46 1	—			27 53 2
94 488 2	—	—	—	—	28 05 4?			20 15 1
—	—	92 81 1	—	—	27 85 4			15 31 1
91 467 2	—	91 5 1	—	—	27 51 3			
91 364 2	—	91 26 1	—	—	25 75 1			
91 318 3	—	91 03 1	24 344 4	—	24 25 1			
90 852 3	—	—	—	—	22 9 1			
90 778 5	—	90 75 1	20 675 3	—	20 83 1			
90 652 3	—	—	20 451 4	—	—			
—	—	88 55 1	20 217 4	—	—			
88 249 6	—	88 22 1	—	—	19 90 1			
—	—	87 07 1	—	—	18 01 1			
—	—	86 25 2	—	—	16 90 1			
—	—	85 15 1	—	—	16 44 1			
—	—	83 39 1	—	—	13 85 1			
—	—	83 06 1	—	—	12 85 1			
—	—	82 76 1	—	—	09 40 1			
82 503 1	—	82 25 1	—	—	08 95 1			
—	—	81 05 1	—	—	03 60 1			
—	—	79 4 1 u	—	—	02 25 2			
—	—	75 55 1	—	—	01 82 1			
—	—	75 05 1	—	—	01 20 1			
—	—	73 75 1	—	—	00 37 2			
73 243 2	—	—	—	—	23 9895 1			
73 073 2	—	—	—	—	98 05 1			
72 910 2	—	72 95 2	—	—	97 48 1			
—	—	70 15 1	—	—	91 55 1			
69 494 2	—	69 37 1	—	—	89 65 1			
—	—	68 05 2	—	—	89 15 1			
			—	—	87 10 2			

II. Bandenspectrum.

Neben den Linien treten Banden auf, am besten in der Flamme, dann im Bogen, endlich auch im Funken nach Lösung, nicht aber im condensirten Funken nach dem Metall.

Simmler [2] hat diese Banden wohl zuerst sicher gesehen, vielleicht vor ihm schon Miller [1] und bald nachher Boettger [3]. Die erste annähernde Kenntniss aber vermittelt Mitscherlich [5], der das Spectrum in der Sauerstoffflamme erzeugt, eine Zeichnung giebt, und das Spectrum für eines der schönsten und lichtstärksten Bandenspectren erklärt. Er hält es für das Spectrum des Oxyds. Weitere Angaben, aber ohne Wellenlängen, machen Plücker und Hittorf [7], Diacon [8], Leeds [13].

Die erste Messung führt Watts [13] aus, nachdem man erkannt hatte, dass diese Banden das Characteristische der Bessemerflamme seien, Watts hatte sie vorher für ein Kohlenspectrum gehalten (Vergl. diesen Band pag. 30). Dann erhält Lecoq [14] das Spectrum im Funken nach Chloridlösung, misst es und giebt eine schöne Zeichnung. Ebenso verfährt Ciamician [19], der aber nur eine nicht auswerthbare Zeichnung veröffentlicht. Lockyer [27] misst in der Sauerstoffflamme vier Kanten.

Dann beschäftigt sich Hartley [31, 32] eingehend mit diesem Spectrum, welches er in der Knallgasflamme vom Metall, Legirungen und Salzen erhält. Hartley ist der erste seit Plücker und Hittorf, welcher den Standpunkt vertritt, die Banden gehörten zum Metall selbst, nicht zum Oxyd. Der Hauptgrund für diese Ansicht ist der, dass das Spectrum vom Metall in reducirender Flamme hell erzeugt wird, dass dagegen das Oxyd die Banden nur sehr schwach giebt. Diese Ansicht würde gestützt werden, wenn die Meinung Hartley's sich bestätigen sollte, dass das Oxyd eine Reihe besonderer Banden giebt, die vom Metall nicht erzeugt werden. Da aber Hartley viel zu kleine Dispersion benutzt hat, seine Messungen höchst ungenau sind — wie die enormen Differenzen zwischen den verschiedenen Messungen in derselben Abhandlung zeigen — so scheint mir diese Angabe nichts weniger als sicher.

Dann liegen noch angenäherte Messungen von Lundström [35] vor, Messungen von Auerbach [63], die sich bis ins Ultraviolett erstrecken, und die Photographie im Atlas von Hagenbach und Konen [55]. Diese zeigt sowohl im Bogen einzelne Banden, namentlich im langwelligen Theil, als auch in der Flamme eine Reihe ganz unscharfer Banden im Ultraviolett von 360—410.

Eine gewisse Aufklärung der Structur und auch der Gründe, weshalb bei diesem Spectrum die Messungen ausserordentlich verschieden sind, hat eine Untersuchung von Casaretto [67] gebracht, die sich freilich nur mit den Banden zwischen 668 und 440 befasst. Das Spectrum wurde durch Manganchlorür in der Sauerstoff-Leuchtgasflamme erzeugt. Das ganze Spectrum ist erfüllt von schönen Bandengruppen, die nach Roth abschattirt sind. Man sieht in dem angegebenen Stück 9 volle Bandengruppen, von einer zehnten

noch eine Kante. Die erste Gruppe von Roth aus ist sehr schwach, die folgenden werden stärker, die vierte, von 5562 bis 5795 ist sehr intensiv, dann nimmt die Stärke wieder schnell ab. Auch innerhalb jeder Bandengruppe ist nicht immer die erste Kante die stärkste, meist sogar ist sie unverhältnismässig schwach. Noch viel störender aber für die Messung ist, dass sie ganz unscharf begrenzt ist, keine deutliche Kante zeigt, d. h. auch die Linienserien, welche von der Kante ausgehen, beginnen äusserst schwach, um erst allmählich grössere Intensität zu erlangen. So kommt es, dass bei kurzer Exposition, oder bei Ocularmessung, wenn das Spectrum schwach ist, die erste Kante überhaupt nicht erkannt wird, und bei langer Exposition ihre Lage variabel erscheint, jedenfalls die Kante nur ungenau zu messen ist. Dasselbe gilt in geringerem Maasse auch von der zweiten Kante mancher Gruppen. In der Fig. 1 der Taf. II gebe ich eine Photographie, welche bei den stärksten Bandengruppen diese Erscheinung sehr deutlich zeigt. So erklärt sich, dass verschiedene Beoachter verschiedene Kanten weggelassen haben, dass sie für die unscharfen Kanten sehr verschiedene Werthe erhalten haben. Einige, z. B. Lecoq, haben in solchen Fällen die Mitten der Banden gemessen, und dann natürlich zu grosse Zahlen erhalten. Lecoq giebt wenigstens an, wo er Kanten und Mitten gemessen hat, das ist in der Tabelle mit k und m bezeichnet. Auch Casaretto hat einzelne Kanten nur ungenau messen können, sie sind in der Tabelle mit einem Stern bezeichnet.

Hartley [31] giebt in seiner ersten Abhandlung an, das Flammenspectrum zeige drei Banden: 5845—5700, 5700—5645, 5645—5591. In der zweiten [32] Abhandlung sind Messungen für Mangan und Manganoxyd gegeben, die aber so stark differiren, auch so unbestimmt sind in Bezug auf die Angaben, ob es sich um Kanten oder Linien handelt, dass ich die Zahlen nicht ausziehe.

Zu der Tabelle von Auerbach ist noch hinzuzufügen, dass er weitere Kanten im Ultraviolett misst bei 3846, 3802 (?), 3750, 3640, 3565, 3480.

Die Banden der verschiedenen Gruppen stehen, wie üblich, in einem zahlenmässigen Zusammenhang. Man kann 9 Serien bilden, welche aus jeder Gruppe je eine Bande aufnehmen. Die Banden sind in der folgenden Tabelle entsprechend bezeichnet. Die Auflösung der einzelnen Banden in Linienserien erfordert viel stärkere Dispersion, als sie bisher angewandt wurde, und ist noch nicht gelungen.

	Casaretto (67)	Lecoq (16)	Watts (13a)	Lundström (35)	Lockyer (27)	Auerbach (63)
VIII	6678.9					
VII	34.2					
VI	6593.2					
V	57.2					
IV	25.2					

	Casaretto (67)	Lecoq (16)	Watts (13 a)	Lundstrom (35)	Lockyer (27)	Auerbach (63)
III	6498 6					
II	76 3 *					
IX	04 0					
VIII	6359 1					
VII	15 3	6327				
VI	6275 9	6288				
V	37 4	49		6252		
IV	04 7	15	6204	02		
III	6176 7	6187	6173	6187		
II	53 1 *	50 k	—	48	6145	
I	33 8	—	—	—	—	
VIII	6064 3 *	—	—	—	—	
VII	25 3	—	—	—	—	
VI	5985 2	—	—	—	—	
V	43 9	5943	—	—	—	
IV	11 0	15	5909	—	—	
III	5881 8	5887	—	5888	—	
II	57 2 *	58	—	—	5860	
I	36 0 *	—	—	—	—	
VIII	5795 9	5807 m	—	5808	—	
VII	51 4	5759 m	—	5757	—	
VI	13 2	19 m	—	10	—	
V	5675 2	5676 m	5683	5672	—	
IV	38 7 *	—	44	—	—	
III	09 5	14	07	10	—	
II	5584 6	5587 m	5580	5581	5580	
I	62 9 *	—	—	—	—	
VIII	45 3 *	49 m	—	—	—	
VII	5499 9 *	11 m	—	—	—	
VI	48 6	5473 m	—	—	—	
V	23 0	27 m	5423	5425	—	
IV	5390 5	5398 m	5391	5388	—	
III	60 4	67 m	59	59	—	
II	36 2 *	—	—	—	5340	
VIII	11 6	08 m	—	—		
VII	5268 3	5260 k	—	5267		
VI	30 9	23 k	5229	28		
V	5192 2	5189 k	5192	5193		
IV	59 1	55 k	57	51		
III	33 8	35 m	—	29		
VIII	5092 5	5089 k	5099	5092		
VII	51 2	45 k	52	48		
VI	16 3	03 k	18	04		
V	4977 2	4967 k	4984	4969		
IV	53 4 *	—	—	—		
III	31 6	43 m	43	21		
VIII	4891 6	03 m	04	—		
VII	50 3	4863 m	4862	—		
VI	14 5	—	36	4820		
V	4783 4	4784	4783			
IV	62 4					

	Casaretto (67)	Lecoq (16)	Watts (13 a)	Lundström (35)	Lockyer (27)	Auerbach (63)
III	41.6					
	37.0					4739
VIII	32.8					
VII	4688.3					
VI	46.6					
V	03.6					
IV	4583.7 *					
III	65.2					
V						4565
III	4402.4					4442
III ?						4402
						4249
						4174

3. Oxydspectrum.

Es ist schon gesagt, dass Hartley [32] neben den im Vorigen beschriebenen Banden, welche in der Flamme sowohl von metallischem Mangan als auch vom Oxyd erhalten werden, noch besondere Banden findet, die nur im Oxydspectrum auftreten, und die er demnach dem Oxyd zuschreibt. Sie sind in einer besonderen Tabelle auf pag. 1037 der Abhandlung zusammengestellt. Ich führe sie hier an, obwohl ich bei der Unsicherheit der Messungen erhebliche Bedenken habe.

4727—4667
4667—4575
4575—4406
4406—4257
4257—4120
4049—4043
4013—4008
3752—3713
3670—3662
3662—3621

Es wäre nicht unmöglich, dass es sich um dieselben Banden handelt, welche die Tafel von Hagenbach und Konen [53] in der Flamme zeigt.

MOLYBDÄN (Mo = 96 0)

Literatur

[1] R Th Simmler, Beiträge zur chemischen Analyse durch Spectralbeobachtungen Dissert Bern 1861, Pogg Ann **115** p 242—266, 425—451 (1862) In Flammen continuirliches Spectrum

[2] W A Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the photographic effects of metallic and other spectra obtained by means of the eletric spark Phil Trans **152**, II p 861—887 (1862) Ultraviolett, Funke

[3] R Thalen, Om spectralanalys Upsala univers årsskr 1866

[4] R Thalen, Memoire sur la determination des longueurs d'ondes des raies metalliques Nova acta reg soc sc Upsal (3) **6** (1868) Funkenspectrum

[5] J N Lockyer, Researches in spectrum analysis in connection with the spectrum of the sun Proc Roy Soc **27** p 279—284 (1878) Linien im Sonne

[6] J N Lockyer, Researches in spectrum analysis in connection with the spectrum of the sun No V (1878), Phil Trans **172** III p 561—576 (1881) Messung einiger Linien

[7] E Demarçay, Spectres electriques Paris 1895 Funke nach Losung

[8] F Exner und E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber **104**, IIa p 909—962 (1895), **105**, IIa p 503—573 (1896), **106**, IIa p 36—53 (1897) Funkenspectrum, Verbesserungen

[9] W J Humphreys, Changes in wave-frequencies of the lines of emission spectra Astrophys J **6** p 169—232 (1897) Druckverschiebung

[10] W N Hartley und H Ramage, Banded flame spectra of metals Trans Roy Dublin Soc (2) **7** p 339—352 (1901) In Knallgasflamme

[11] B Hasselberg, Untersuchungen uber die Spectra der Metalle im electrischen Flammenbogen IV Spectrum des Molybdans K Sv Vet Akad Handl **36**, Nr 2 (1902) Astrophys J **16** p 300—319 (1902), **17** p 20—47 (1903) Bogenspectrum 589—346 $\mu\mu$

[12] O Lohse, Funkenspectra einiger Metalle Publ Astrophysik Observ Potsdam **12** p 109—208 (1902) Funkenspectrum 398—337 $\mu\mu$

[13] F Exner und E Haschek, Tabellen der Funkenspectra Wien 1902

[14] F Exner und F Haschek, Tabellen der Bogenspectra Wien 1904

[15] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectra Jena 1905

[16] P G Nutting, Line structure Astrophys J **23** p 64—78 (1906) Structur der Linien

[17] Sir N Lockyer, Tables of wave-lengths of enhanced lines Solar Physics Committee 1906 Verstarkte Linien

[18] A G G Leonard, On the quantitative spectra of molybdenum, tungsten, thorium and zirconium Proc Roy Dublin Soc (2) **11** p 270—279 (1908) Hauptlinien

[19] H Geisler, Zur anomalen Dispersion des Lichtes in Metalldampfen Dissert Bonn 1909, Zs f wiss Photogr **7** p 80—112 (1909)

[20] Rob Jack, Zeeman-Effect an Wolfram und Molybdan Dissert Gottingen 1908

[21] J M Eder und E Valenta, Wellenlangenmesssungen im rothen Bezirke der Funkenspectren Wien Ber **118**, IIa p 511—524 (1909)

Simmler [1] macht die alteste spectroscopische Angabe uber Molybdan. das Oxyd gebe in der Bunsenflamme ein continuirliches Spectrum Miller [2] liefert eine kleine Zeichnung nach dem ultravioletten Funkenspectrum, aus welcher sich nichts ersehen lasst Thalén [3] giebt eine Zeichnung des Funkenspectrums, dann [4] eine Messung desselben im sichtbaren Theil — Auch Lockyer [5, 6] misst einige Linien

Demarçay [7] photographirt das linienreiche Spectrum, welches der Funke nach der flurowasserstoffsauren Losung von Molybdansaure giebt, und misst es aus zwischen den Grenzen 486 und 350 Exner und Haschek messen das kurzwellige Funkenspectrum [8, 13], dann auch das Bogenspectrum [14] Weitere Messungen liefern dann Hasselberg [11] für das Bogen-, Lohse [12] fur das Funkenspectrum, endlich messen Eder und Valenta [21] einige rothe Funkenlinien

Humphreys [9] untersucht die Druckverschiebung, fur vier Linien zwischen 313 und 319 $\mu\mu$ betragt sie 0 039 A fur 11 5 Atm — Nutting [16] findet, alle Linien seien einfach ausser 5533 und 5506 Lockyer [17] sucht die enhanced ines heraus Leonard [18] nennt als Linie, welche bei Funken nach immer, starker verdunnten Losungen schliesslich ubrig bleibt 2775,6, sie ist noch bei einer Losung mit 0,001 % sichtbar — Geisler [19] findet, dass anomale Dispersion erzeugt wird durch die Linien 4279, 3903, 3798 Jack [20] untersucht fur etwa 700 Linien den Zeeman-Effect, und sucht ohne Erfolg nach Gesetzmassigkeiten im Spectrum

Hartley und Ramage [10] theilen mit, Mo gebe in der Knallgasflamme ein starkes continuirliches Spectrum und die veroffentlichte Photographie zeigt, dass es vom rothen Ende beginnend sehr stark ist bis etwa 4000, dann langsam schwacher wird bis etwa 3400 Es kann sich dabei aber sehr wohl um ein nicht aufgelostes Bandenspectrum handeln, Hagenbach und Konen [15] geben an, im Bogen sei der Grund mit diffusen Banden erfullt — Die Photographieen von Hagenbach und Konen zeigen den Bogen und den Funken, letzterer enthalt weit mehr Linien im Roth, als Eder und Valenta gemessen haben, man sieht Linien bis uber 680

Nach dem Besprochenen ist nur das Linienspectrum einigermaassen bekannt Fur den langwelligen Theil haben wir ausser den paar Funkenlinien von Eder und Valenta nur das Bogenspectrum von Hasselberg von 589 an Bei 467 beginnt Bogen- und Funkenspectrum von Exner und Haschek, bei 396 kommt auch noch das Funkenspectrum von Lohse hinzu Aber bei 346 endet Hasselberg, bei 336 Lohse, und dann bleiben nur Exner und Haschek

Die Spectra sind ausserst linienreich Exner und Haschek messen im Funkenspectrum zwischen 465 und 208 $\mu\mu$ 2674 Linien, im Bogen 2415 Linien Ich lasse daher in den folgenden Tabellen wieder alle mit der Intensitat 1 bezeichneten Linien fort — Hasselberg bezeichnet die Intensitaten

mit 1 bis 6, fuhrt aber auch 1 2, 2 3 u s w Bei ihm lasse ich alle nur mit 1 bezeichneten Linien fort, behalte 1.2, welches ich aber mit 1 bezeichne, ebenso 2 3 als 2 u s w — Lohse endlich schatzt von 0 1 bis 9.0 um Zehntel fortschreitend Ich setze alle Linien von 0 1 bis 1 9 gleich 1, von 2 0 bis 2 9 gleich 2 u s w

Hasselberg (11) Bogen	Thalen (4) Funke	Eder und Valenta (21) Funke
		6746 49 2
		34 14 1
		6650 54 1
		19 29 1
		6424 49 1
		6357 39 1
	6029 0 5	6030 83 5
	—	5988 31 1
	—	29 19 2
	—	05 56 1
	—	5896 15 1
5893 67 2	—	—
88 61 4	5887 5 5	88 57 5
69 57 2	—	69 56 1
58 52 4	56 5 4	58 50 4
51 80 2	—	
49 99 2	—	
49 16 1	—	
25 50 1	—	
02 95 2	—	
00 72 2	—	
5792 10 4	5791 0 3	
83 54 2	—	
79 65 2	—	
74 85 1	—	
51 67 4	50 0 3	
34 32 2	—	
30 17 2	—	
29 77 2	—	
29 03 2	—	
22 98 3	—	
12 05 2	—	
05 97 3	—	
02 39 1	—	
5699 57 2	—	
98 53 2	—	
96 30 1	—	
89 39 4d	5687 5 3	
83 20 2	—	
78 18 2	—	
74 77 2	—	
73 92 2	—	

Hasselberg (11) Bogen	Thalen (4) Funke
5667 57 1	—
64 65 1	—
52 12 1	—
50 40 4	5649 0 2
35 14 2	—
32 74 4	31 0 2
19 63 2	—
19 03 1	—
18 69 2	—
13 37 2	—
11 20 3	—
09 53 2	—
08 90 2	—
01 31 1	—
5596 62 1	—
91 84 2	—
89 02 2	—
75 47 2	—
70 69 6	5569 0 5
69 75 2	—
68 88 2	—
64 34 2	—
57 02 2	—
56 55 2	—
44 78 2	—
43 28 2	—
41 93 1	5540 0 1
39 67 2	—
33 26 6	31 5 5
27 27 2	—
26 81 2	—
20 93 1	—
20 32 1	—
06 75 6	05 0 5
03 82 1	—
02 18 2	—
01 78 2	—
5498 76 2	—
97 18 1u	—
94 06 2	—
92 43 2	—
90 54 2	—

Hasselberg (11)	Thalen (4)
5476 18 2	—
73 64 3	—
65 83 2	—
56 71 2	—
53 27 1	—
50 73 2	—
37 97 2	—
35 91 2	
27 14 1	—
17 61 1	—
06 64 1	—
5397 63 1	—
94 75 2	—
67 30 2u	—
64 50 3	—
60 76 1	5360 0 2u
56 70 2	—
55 12 2	—
14 13 2	—
5295 67 1	—
92 30 1	—
81 07 2	—
79 85 2	—
61 35 2	—
59 23 2	—
45 71 2	—
43 01 2	—
41 09 3	—
38 41 3	—
34 47 2	
19 62 1	—
00 37 2	—
5180 14 1	—
74 35 3	—
73 14 3	
71 33 3	—
67 98 2	—
63 40 2	—
17 18 1	—
15 21 2	—
09 90 2	—
5098 27 1	—

1) Von Demarçay (7) im Funken gemessen

Hasselberg (11) Bogen		Thalen (4) Funke		
5097 71	2	—		
96 85	2	—		
96 11	1	—		
91 17	1	—		
80 23	2	—		
60 07	2	—		
55 22	1	—		
47 90	2	—		
30 96	2	—		
29 21	2	—		
16 99	2	—		
00 13	2	—		
4979 32	2	4979 0	1	1)
64 63	2	—		
64 42	1	—		
57 78	3	—		
50 83	2	—		
41 90	2	—		
33 30	2	—		
26 65	2	—		
26 42	2	—		
04 03	2	—		
4878 59	1	—		

Hasselberg (11) Bogen		Thalen (4) Funke		
4769 43	2	—		
68 23	3	4867 5	2u	1)
60 28	1	—		
58 44	1	—		
34 16	2	—		
33 13	1	—		
30 73	3	29 5	2	1)
28 67	2	—		
19 47	3	18 0	2	1)
17 92	2	—		
11 28	2	—		
08 29	2	—		
05 78	2	—		
4796 75	2	—		1)
94 03	1	—		
93 60	2	—		
92 96	2	—		1)
86 68	2	—		
85 34	2	—		1)
83 16	2	—		
76 54	3	—		1)
75 87	2	—		
74 42	2	—		1)

Hasselberg (11) Bogen		Thalen (4) Funke		
4773 64	2	—		
73 47	1	—		
64 64	2	—		
60 39	4?	—		1)
58 71	2	4757 5	2	
50 60	2	—		1)
31 64	3	30 5	2	1)
29 36	2	—		
23 27	1	—		
19 08	2	—		1)
18 13	2	—		1)
14 69	2	—		
08 43	3	—		
07 41	3	06 5	2	1)
06 25	2	—		
00 71	2	—		
4696 71	1	—		
91 05	2	—		
88 41	2	—		1)
86 28	2	—		
86 01	2	—		
81 01	1	—		

Hasselberg (11) Bogen		Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke		
4672 11	3	4672 10	4	—		1)
62 95	3	62 94	5	—		1)
62 11	2	62 11	4	—		
52 47	2?	52 49	2	—		
51 25	2	51 22	2	—		
49 28	1	49 25	2	—		
48 02	2	47 98	4	4647 94	1	1)
42 90	1	42 88	2	—		
—		33 28	3	33 30	1	
30 20	2	30 20	3			
27 70	2	27 67	5	27 66	1	
26 67	3	26 65	10	26 61	3	1)
24 44	2u?	24 40	2	24 38	1	
23 66	1	23 61	2	23 66	1	
21 57	2	21 53	5	—		1)
11 36	2	11 36	2	11 34	1	
10 07	3	10 06	10	10 03	3	1)
08 90	1	08 88	2	08 85	1	
4599 35	2	4599 31	3	4599 32	1	
98 44	1	98 40	2	—		

Hasselberg (11) Bogen		Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke		
4598 07	1?	4598 04	2	4598 03	1	1)
95 35	3	95 32	5	95 31	2	1)
92 40	1	92 39	2	92 40	1	
90 55	2u?	90 53	3	—		
88 33	1u?	88 30	1	88 32	1	
86 25	1	86 22	2	86 21	1	1)
82 69	1	82 60	2	82 62	1	1)
77 97	1	77 94	2	77 96	1	
76 70	3	76 67	8	76 65	2	1)
76 05	1	76 05	2	—		
74 66	1	74 72	2	74 75	1	1)
—		72 00	2	—		
—		71 25	2	—		
70 30	2	70 30	3	70 30	1	1)
69 21	1	69 19	2	—		
67 87	2	67 87	3	67 87	1	1)
60 32	2	60 30	3	60 30	1	1)
58 92	1	58 93	2	58 92	1	1)
58 30	2	58 29	4	58 29	1	
54 00	2?	53 97	2	—		

1) Von Demarçay [7] im Funken nach Lösung gemessen

Hasselberg (11) Bogen		Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke		
4553 52	1	—		—		
53 40	1	4553 43	4	4553 45	1	1)
41 75	2	41 74	2	41 75	1	1)
37 00	3	36 98	5	36 98	3	1)
—		35 67	2	35 60	1	
35 56	2	35 53	2	—		1)
35 00	2u?	35 09	2	35 02	1	
34 63	2u?	34 60	2	34 65	1	
29 59	2	29 53	4	29 57	1	1)
28 77	2u?	28 74	3	—		
-		26 52	4	26 55	1	1)
25 56	2	25 49	1	—		
24 53	3	24 50	5	24 51	2	1)
22 37	2	22 38	3	22 36	1	1)
—		—		19 75	2	
17 58	2	17 59	3	—		
17 30	3	17 29	4	17 26	2	1)
15 36	2	15 31	3	15 30	1	1)
15 20	1	-		—		
12 32	2	12 35	5	12 29	2	1)
06 86	2	06 85	3	06 81	1	
06 22	3	06 19	5	06 13	2	1)
06 13	3	—		—		
01 44	2	01 48	4	01 44	1	1)
4499 62	2	4499 60	3	4499 60	1	1)
91 46	3	91 48	5	91 46	2	1)
90 37	2	90 39	3	90 36	1	1)
89 17	1	89 17	2	89 14	1	
87 23	2	87 21	4	87 20	1	1)
85 16	2	85 15	5	85 11	2	1)
75 82	2	75 80	3	75 77	1	
74 78	4	74 80	10	74 78	4	1)
73 37	2	73 39	5	73 48	1	
72 23	1	72 20	3	72 22	1	
71.85	1	71 82	3	71 82	1	1)
68 46	3	68 42	10	68 43	2	1)
64 96	3	64 94	3	64 95	1	1)
60 80	2	60 80	3	60 81	1	1)
58 84	1	58 83	2	58 80	1	
57 55	3	57 55	10	57 52	3	1)
52 77	1	52 74	2	—		1)
—		—		52 20	2	
49 92	3	49 93	10	49 90	3	1)
47 41	1	47 40	1	—		
46 62	2	46 59	3	46 59	1	1)
44 21	1u?	44 20	2	—		
43 25	2	43 26	5	43 24	1	
42 37	2	42 37	8	42 40	2	1)
39 15	1	39 12	2	39 11	1	1)
4437 35	1	4437 21	2	—		
37 06	2	37 05	3	4437 06	1	1)
—		35 19	10	35 11	4	1)
33 68	1	33 68	1	33 70	8	1) 2)
26 86	2	26 86	5	26 87	2	1)
23 79	2	23 81	10	23 80	2	1)
22 23	1	22 24	2	22 23	1	
12 96	2	12 91	4	12 94	1	
—		—		12 41	2	2)
11 90	3	11 86	20	11 88	8	1)
11 76	2	—		—		
10 15	2	10 10	3	10 13	1	
09 61	1	09 59	2	09 62	1	
—		—		07 58	2	1)
04 71	1	04 67	2	–		
03 07	2	03 08	3	03 10	1	1)
02 67	2	02 67	2	-		
4397 48	2	4397 46	4r	4397 46	2	1)
96 83	2	96 88	4r	96 85	1	
94 67	1	94 66	2	94 57	1	1)
94 49	1	94 53	2	—		
—		93 91	2	—		
92 32	1	92 30	3	92 31	1	
91 71	1	91 70	3	91 69	1	1)
86 10	1	86 04	2	—		
—		84 36	2	—		
82 61	2	82 56	2	82 59	1	
81 82	4	81 85	15	81 82	8	1)
81 36	1	81 35	2	—		
80 80	1	80 79	2	80 77	1	
80 47	2	80 49	4	80 47	1	1)
—		77 91	1	77 92	10	1) 2)
76 87	1	76 85	2	76 83	1	
75 21	1	75 19	10	75 16	1	1)
73 52	1	73 53	2	73 52	1	
72 31	1	72 30	2	72 30	1	
69 23	2	69 25	10	69 21	2	1)
66 73	2	66 71	3	66 70	1	
64 90	1	64 86	2	-		1)
64 65	1	64 67	3	64 63	1	
63 82	1	63 83	1	63 82	10	1) 2)
62 87	1	62 89	2	62 88	1	
62 20	1	62 21	2	62 10	2	
—		59 79	2	59 76	1	
—		58 70	2	—		
—		—		58 48	5	1) 2)
57 50	1	57 51	2	57 50	1	
53 48	2	53 46	3	53 45	1	1)
50 53	3	50 52	8	50 49	2	1)

1) Von Demarçay [7] im Funken nach Lösung gemessen

2) Nach Lockyer [67] enhanced line Ausserdem 4356 22

Hasselberg (11) Bogen		Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke		
4346 40	1	4346 32	2	4346 31	1	
44 86	1	44 80	2	44 8	1	1)
41 61	2	41 58	3	41 56	2	1)
40 93	2	40.90	3	40 89	1	
40 02	1	40 00	2	39 95	1	
39 42	1	39 39	2	39 35	1	1)
38 90	2	38 85	2	38 80	1	
35 00	2	35 00	3	34 96	1	1)
30 27	1	30 25	2	—		
29 82	1	29 80	2	29 80	1	1)
—		—		28 19	2	2)
—		26 90	5	26 91	3	
26 33	3	26 29	8	26 30	4	1)
22 17	2	22 16	3	22 11	1	1)
18 13	2	18 09	3	18 09	2	1)
15 60	1	15 56	1	15 41	2	1)
13 16	1	13 16	2	13 1	1	1)
12 98	1	12 97	2	—		
—		—		11 82	5	1)2)
—		—		11 22	5	1)2)
10 58	2	10 58	3	10 55	1	
05 10	2	05 09	2	05 10	1	1)
01 20	1	04 20	2	04 10	1	
01 45	1	01 44	2	01 44	1	1)
—		4299 06	2	4299 05	1	
—		96 80	2	96 80	1	1)
4296 35	1	96 34	2	96 32	1	
94 07	3	94 03	10	94 05	3	
93 42	3	93 42	10	93 40	4	1)
92 34	3	92 37	10	92 30	4	1)
91 39	2	91 40	3	91 35	1	
—		90 40	4	—		
89 56	2	89 58	3	89 56	2	
88 82	3	88 82	10r	88 78	5	1)
87 26	2	87 23	4	87 21	1	
84 77	3u?	84 79	5	84 75	1	1)
82 00	2	82 00	2	81 97	1	1)
79 19	1	79 16	1	79 20	10	1)2)
77 58	2	—		—		
77 38	3	77 19	10	77 43	6	1)
77 08	3	77 10	4	77 08	5	
75 86	1	75 84	2	75 80	1	
—		—		74 57	2	2)
73 23	1	73 25	4	73 21	1	1)
72 24	1	72 24	1	72 24	1	1)
69 41	2	69 17	4	69 43	3	1)

Hasselberg (11) Bogen		Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke		
4268 25	2	4268 24	3	4268 23	1	1)
66 27	2	66 35	3	66 33	1	1)
—		65 27	2	65 3	1	1)
64 81	1	64 79	2	64 8	1	
61 63	1	61 62	2	61 60	1	
60 85	1	60 85	2	60 82	1	1)
60 52	1	60 52	2	60 52	1	
58 85	1	58 84	2	—		1)
—		55 10	3	55 10	1	1)
53 77	1	53 75	2	—		
52 03	2	52 02	1	52 01	2	
50 87	1	—		50 85	10	1)2)
46 19	2	46 19	4	46 19	2	1)
44 95	1u	44 96	1	44 92	8	1)
—		—		43 29	2	1)
42 97	1	12 95	2	—		
41 03	2	41 01	4	41 00	2	1)
40 48	2	40 46	3	40 45	1	1)
40 26	2	40 22	3	40 25	1	
39 37	2	—		—		
39 25	3	39 29	4	39 27	1	
—		37 33	3	37 33	1	1)
35 23	1	35 22	2	35 18	1	1)
33 68	1	33 65	2	33 64	1	
32 75	3	32 82	10	32 77	5	1)
—		—		27 23	2	
26 44	1	26 46	1	26 42	1	1)
23 15	1	23 10	2	23 14	1	
22 59	1	—		22 55	1	1)
20 17	1	22 06	2	—		
19 55	2	19 51	2	19 55	1	1)
11 23	2	11 19	3	11 17	1	1)
09 84	1	09 84	1	09 81	5	1)2)
06 00	2	05 98	3	05 96	1	1)
04 80	1	04 86	2	04 75	1	1)
01 50	1	01 47	3	01 5	1u	1)
00 76	1	00 72	2	00 70	1	
4194 74	2	4194 73	4	4194 71	2	1)
—		92 37	1	92 45	2	1)
—		90 18	3	90 13	2	1)
88 49	1	88 49	10	88 47	5	1)
86 97	2	—		—		
—		86 44	2	86 43	1	
85 98	3	85 99	5	85 97	4	1)
84 59	1	84 57	2	84 48	1	1)
81 24	2	81 25	3	81 22	1	1)

1) Von Demarçay [7] im Funken nach Lösung gemessen, er giebt ausserdem 4207 3

2) Nach Lockyer [17] enhanced line, ausserdem 4246 71, 4238 41

Hasselberg (11) Bogen		Exner u. Haschek (14) Bogen		Exner u. Haschek (13) Funke		
4180 69	1	4180 70	1	—		
80 12	1	80 15	1	—		
78 45	2	78 44	3	4178 42	1	1)
77 45	2	77 43	3	77 40	1	1)
77 09	1	77 09	1	77 05	1	
—		—		71 95	2	
71 27	1	71 29	2	71 3	2	1)
70 01	2	70 01	2	69 98	1	1)
68 68	1	68 68	2	68 63	1	1)
66 47	1	66 47	2	66 40	1	1)
—		65 1	2u	—		
64 26	1	64 26	2	—		1)
62 85	2	62 85	3	62 84	2	1)
—		—		61 45	2	1)2)
58 27	1	58 20	2	—		
57 59	2	57 58	4	57 58	2	1)
—		56 95	2	56 91	2	1)
55 77	2	55 76	4	55 74	1	1)
55 47	2	55 49	4	55 43	2	
52 07	2	52 07	2	52 05	1d	1)
49 14	2	49 12	3	49 11	2	1)
—		—		47 02	2	1)
43 73	4	43 73	8	43 70	5	1)
—		—		41 60	2	1)
—		—		39 12	2	
38 72	1	38 70	1	38 80	1	1)
38 35	1	38 35	1	38 35	1	
32 41	2	32 37	3	32 4	1	1)
32 07	2	32 13	3	32 09	1	
29 02	2	28 98	2	29 00	1	1)
28 46	2	28 41	3	28 43	1	1)
—		26 69	2	26 65	1	1)
—		—		25 80	2	
24 72	2	24 70	3	24 69	1	1)
23 83	2	23 81	3	23 80	1	1)
22 55	1	22 55	1	22 52	6	1)2)
20 26	3	20 29	8	20 26	3	1)
19 81	1	19 77	1	19 78	5	1)2)
19 12	2	19 11	3	19 13	1	1)
—		—		18 68	2	
15 08	2	15 09	2	15 07	1	1)
08 30	1	08 25	2	08 25	1	
07 63	3	07 68	8	07 61	3	1)
05 72	2	05 69	2	05 68	1	
05 27	2	05 24	4	05 24	2	
03 94	1	03 92	1	03 94	1	1)

Hasselberg (11) Bogen		Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke		
4102 33	2	4102 34	5	4102 30	3	1)
4098 91	2	4098 90	4	4098 90	2	1)
—		98 34	2	98 35	2	
96 98	2	96 99	4	96 95	2	1)
—		—		95 11	2	1)
89 90	1	89 89	1	89 87	1	
—		88 78	2u	—		
86 16	2	86 18	3	86 15	1	1)
84 54	3	84 59	6	84 52	3	1)
81 94	2	81 95	2	—		
81 62	3	81 62	5	81 61	4	1)
—		—		81 22	2	
—		77 85	2	77 83	1	1)
76 69	1	76 70	1	76 65	1	
75 35	2	76 34	3	76 33	2	1)
—		76 10	2	72 10	1	
75 72	2	75 71	2	75 70	1	
75 43	2	75 40	3	75 40	2	1)
70 17	2	—		—		
70 06	3	70 12	10	70 09	8	1)
66 52	2	66 53	2	66 53	1	1)
62 24	2	62 25	6	62 21	4	1)
—		60 4	2u	—		
59 79	2	59 77	3	59 77	2	1)
57 77	1	57 77	2	57 75	2	1)
—		56 50	2	56 46	1	
56 18	2	56 18	3	56 13	2	1)
50 27	1	50 25	2	50 25	1	1)
43 91	1	43 85	1	43 87	1	1)
43 05	2	43 01	2	43 02	2	1)
41 30	1	41 26	1	41 23	1	1)
38 26	2	38 23	3	38 22	1	1)
37 95	2	37 92	2	37 89	1	1)
—		37 46	2	37 44	1	
34 11	1	34 11	2	—		1)
—		33 77	2	33 75	1	
32 65	1	32 65	2	32 65	1	1)
—		30 05	1	30 12	3	1)2)
28 80	1	28 76	2	28 85	1	1)
—		26 15	2u	26 15	1u	1)
25 64	1	25 64	1	25 62	1	
—		24 23	3	24 23	1	1)
21 19	2	21 15	2	21 18	2	1)
20 59	1	20 60	1	—		1)
17 55	1	17 50	2	17 51	1	1)
—		—		13 36	3	1)2)

1) Von Demarçay [7] im Funken nach Lösung gemessen, er giebt ausserdem 4113 7, 4109 0, 4100 7, 4099 0, 4092 7, 4091 1, 4064 6, 4051 8, 4047 6, 4036 3, 4010 6

2) Nach Lockyer [17] enhanced line, ausserdem 4246 71, 4238 41, 4141 66, 4125 87, 4023 68

Hasselberg (11) Bogen		Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke		Lohse (12) Funke		
4012 12	2u?	4012 14	2	4012 11	1			1)
09 53	2	09 53	2	09 52	1			1)
08 21	1	08 20	2	08 20	1			1)
06 23	2	06 21	2	06 20	1			1)
00 67	2	00 62	4	00 63	2			1)
00 55	2	—		—				
3998 45	2	3998 45	1	3998 47	1			1)
94 06	2	94 12	1	94 15	1			1)
93 22	1?	93 23	1	93 25	1?			1)
92 02	2	92 05	1	92 05	1			1)
91 55	2	91 56	1	91 60	1			1)
—		—		90 99	2			1) 2)
86 45	2	86 43	3	86 36	6	3986 34	8	1)
85 88	1	85 89	1	—		—		
—		82 78	2	—		—		1)
82 22	2	82 24	2	82 21	1	—		
81 80	1	81 84	1	81 80	1	—		
80 87	1	80 86	1	80 86	1	—		
80 37	2	80 36	2	80 37	1	—		1)
79 40	2	79 37	1	79 37	1	—		1)
78 08	2	78 05	1	78 05	1	—		1)
—		76 10	2	—		—		1)
74 09	2	74 09	2	74 1	1	—		1)
73 92	2	73 94	2	73 91	1	—		
68 91	2	68 91	2	68 84	3	—		1)
—		—		67 93	2	67 89	1	1)
66 40	1	66 29	1	66 40	1	—		1)
65 89	1	65 90	2	65 88	1	—		1)

Hasselberg (11) Bogen		Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke		Lohse (12) Funke		
3964 14	2	3964 15	1	3964 13	1	3964 21	1	1)
63 68	1	63 68	1	63 66	1	—		
—		—		61 62	15	61 65	8	1) 2)
58 76	2	58 75	2	58 74	1	58 80	1	1)
55 66	2	55 63	2	55 60	1	55 69	1	1)
54 08	2	54 05	2	54 04	1	54 06	1	1)
—		53 15	1	53 09	3	53 14	2	1) 2)
51 14	2	51 15	2	51 11	1	51 14	1	1)
47 33	2	47 30	2	47 31	1	—		1)
45 41	2	45 39	2	45 39	1	—		1)
43 66	2	43 65	1	43 64	1	—		
43 19	3	43 20	4	43 19	3	43 14	1	1)
—		—		42 90	2	42 85	1	
—		41 63	1	41 69	10	41 65	5	1) 2)
38 88	1	38 84	1	38 86	1	—		1)
35 33	1	35 29	1	35 25	1	—		
35 13	2	35 10	1	35 11	1	35 12	1	1)
34 41	1	34 36	1	34 40	1	—		1)
31 57	1	31 54	1	31 56	1	—		1)
—		—		31 00	2	30 97	1	1) 2)
28 95	1	28 93	1	28 88	1	28 89	1	1)
28 86	1	28 85	1	—		—		1)
28 15	1	28 44	1	28 45	1	28 38	1	1)
26 00	1	—		25 99	3	25 97	1	1) 2)
—		—		25 80	2	25 75	1	
23 91	2	23 90	2	23 90	1	23 91	1	1)
22 49	2	22 40	2	22 48	1	22 41	1	1)
—		19 45	1	19 59	2	19 63	1	1)

1) Von Demarçay [7] im Funken nach Losung gemessen, er giebt ausserdem 4005 7, 3996 9, 3960 2, 3958 6, 3955 0, 3952 8, 3948 8, 3930 7, 3930 0, 3920 3

2) Nach Lockyer [17] enhanced line, ausserdem 4000 05

Hasselberg (11) Bogen	Exner und Haschek (14) Bogen	(13) Funke	Lohse (12) Funke	
3917 95 2	3917 89 2	3917 93 1	3917 97 1	
17 70 2	17 65 2	17 67 1	17 66 1	1)
17 09 2	17 05 2	17 07 1	17 09 1	1)
15 60 1	15 56 2	15 60 3r	15 53 2	1) 2)
13 52 1	13 53 1	13 55 1	13 46 1	1)
12 10 1?	12 11 1	12 10 1	—	1)
11 24 1u	11 25 1	11 24 1	11 20 1	1)
09 92 1	09 70 1	09 69 1	09 69 1	1)
—	—	08 76 3	08 75 2	1)
08 42 1?	08 40 1	—	—	
07 10 2?	07 10 2	07 10 1	—	1)
—	—	05 17 2	05 14 1	1) 2)
03 07 10R	03 11 30R	03 12 10	03 09 7	1)
01 95 2	01 93 3	01 91 2	01 92 1	1)
3897 05 1	3896 99 1	3897 00 1	3896 98 1	1)
96 55 1	96 52 1	96 52 1	96 52 1	
90 88 1	90 86 1	90 86 1	90 78 1	1)
89 06 2	89 00 2	89 00 1	89 01 1	4)
88 36 2	88 35 2	88 31 1	88 33 1	1)
86 98 2	86 98 3	86 97 2	86 96 1	1)
—	83 10 1	83 10 2	—	1)
—	—	82 46 2	82 46 1	1)
74 34 1?	74 32 2	74 31 1	74 38 1	1)
73 30 1	73 20 1	73 26 1	73 38 1	1)
—	—	72 02 2	72 06 1	1) 2)
—	—	71 56 3	71 58 2	1)
70 77 1	70 77 1	—	—	1)
70 62 1	70 60 1	—	70 64 1	1)
69 25 2	69 23 3	69 21 2	69 25 1	1)
66 87 1	66 94 1	66 97 1	67 02 1	1)
64 25 10R	64 30 50R	64 24 20	64 26 7	1)
—	—	61 41 3	61 44 2	1)
—	57 33 1	57 30 3	57 34 1	1)

Hasselberg (11) Bogen	Exner und Haschek (14) Bogen	(13) Funke	Lohse (12) Funke	
3811 56 1	3811 55 2	3811 59 1	3811 52 1	
08 79 1	08 76 1	08 79 1	—	1)
06 15 2	06 11 2	06 14 1	06 13 1	1)
04 70 2	04 66 2	04 70 1	04 65 1	1)
02 00 2	02 00 3	02 02 2	01 95 1	1)
3798 39 10R	3798 41 50R	3798 41 20R	3798 40 9	
97 46 2	97 46 1	97 45 1	97 46 1	
97 20 1	97 20 1	97 18 1	—	
—	—	96 72 2	96 71 1	
96 19 1	96 18 1	96 16 1	—	1)
—	—	95 75 2	95 76 1	1)
94 60 2	94 59 2	94 56 1	94 56 1	1)
—	93 78 2	93 76 1	93 79 1	1)
88 42 2	88 39 2	88 38 1	—	1)
86 54 1	86 52 1	86 52 6	86 50 2	1)
85 67 1	85 66 2	85 67 1	—	1)
85 19 2	85 18 2	85 17 1	85 17 1	1)
—	—	83 32 3	83 31 2	1)
82 35 1	82 35 1	82 23 6	82 20 4	1)
81 75 2	81 78 3	81 75 2	81 73 1	
79 92 2	79 91 2	79 90 2	79 90 1	1)
77 90 1	77 86 1	77 85 1	77 88 1	1)
72 99 2	72 99 2	72 96 1	72 96 1	1)
72 11 2	72 12 3	72 08 2	72 11 1	1)
70 66 2	70 64 5	70 61 3	70 63 1	1)
68 92 1	68 90 1	68 83 1	68 83 1	1)
67 90 1	67 90 1	67 90 2	67 91 1	1)
65 92 1	65 90 1	65 88 1	65 84 1	1)
65 40 2	65 40 2	65 35 1	65 33 1	1)
64 60 1	64 59 1	64 55 1	64 54 1	1)
63 52 2	63 50 2	63 48 1	63 47 1	1)
62 27 1	62 23 1	62 25 2	62 26 1	1)
61 93 2	61 92 2	61 89 1	61 89 1	1)

52 17	2	52 14	2	52 13	1	52 13	1	1)
48 45	2	48 42	3	48 42	2	48 47	1	1)
47 41	2	47 40	3	47 39	2	47 39	1	1)
46 36	1	46 28	2	46 31	1	46 27	1	1)
46 12	2	46 09	2	46 10	1	46 10	1	1)
44 09	1	44 03	1	44 05	1	44 00	1	2)
35 49	2	35 43	2	35 50	2	35 47	1	1)
35 15	1	35 10	1	35 15	1	—		1)
34 82	1	34 75	1	34 79	1	—		
33 92	3	33 88	5	33 91	3	33 90	1	1)
—		—		33 65	4	33 58	1	
—		—		32 54	2	32 55	1	1)
32 26	2	32 24	2	32 26	2	32 24	1	1)
31 25	1	31 20	1	31 20	1	—		
30 98	2	30 95	1	30 96	1	31 05	1	
30 22	2	30 19	1	30 22	1	—		1)
29 95	1	29 94	1	29 95	1	30 08	1	1)
29 04	3	29 02	4	29 01	3	29 03	1	1)
27 33	2	27 30	2	27 30	1	—		1)
26 85	2	26 85	4	26 85	2	26 84	1	1)
25 50	1	25 46	1	25 55	1	25 50	1	1)
24 94	1	24 94	1	24 95	1	25 00	1	1)
24 34	1	24 31	1	24 33	1	24 30	1	1)
23 17	2	23 13	3	23 15	1	23 22	1	1)
21 09	1	21 05	1	21 20	2	21 10	1	1)
19 98	2	19 99	2	20 00	1	19 99	1	1)
18 83	2	18 81	2	18 83	1	18 81	1	1)
15 24	1	15 21	1	15 23	1	15 40	1	1)
—		14 05	1	—		14 06	1	1)
12 63	2	12 60	2	12 64	1	12 54	1	1)
—		—		12 40	2	12 33	1	1)
—		—		11 99	2	11 93	1	1)

61 07	2	61 04	2	61 05	1	61 05	1	1)
59 80	1	59 75	1	59 74	1	59 74	1	1)
58 70	2	58 69	2	58 66	2	58 68	1	
56 02	1	55 98	1	—		55 92	1	1)
55 68	1	55 66	1	55 63	5	55 65	2	1)
55 31	2	55 29	2	55 26	1	55 29	1	1)
—		—		54 80	2	54 82	1	1)
—		53 75	1	53 60	2	53 60	1	1)
51 38	2	51 35	2	51 29	2	51 28	1	1)
48 66	2	48 65	2	48 62	2	48 64	1	1)
—		—		48 26	3	48 24	1	1)
47 37	2	47 34	2	47 30	1	47 23	1	1)
—		—		46 58	3	46 60	1	
—		46 04	2	—		45 96	1	1)
45 12	1	45 07	1	45 05	1	—		1)
44 55	2	44 51	2	44 55	3	44 58	1	1)
42 48	2	42 41	2	42 49	6	42 49	4	1)
—		—		41 90	2	41 94	1	1)
38 10	2	38 02	2	38 04	1	38 05	1	1)
36 36	1	—		36 54	2	36 57	1	1)
35 80	1	35 74	1	35 75	1	35 75	1	1)
34 56	1	34 47	2	34 49	1	34 52	1	1)
33 22	2	33 15	2	33 18	1	33 13	1	1)
32 91	3	32 87	3	32 90	2	32 89	1	1)
30 75	1	30 68	1	30 65	2	30 66	1	
28 70	2	28 61	2	28 64	2	28 64	1	1)
28 50	1	28 41	2	28 45	1	—		1)
27 86	3	—		27 80	2	27 86	1	1)
26 45	2	26 39	2	26 39	1d	26 40	1	1)
25 75	2	25 70	2	25 69	2	25 71	1	1)
24 00	1	23 95	2	24 00	1	23 93	1	
23 70	1	23 65	2	23 64	1	—		1)

1) Von Demaiçay [7] im Funken nach Losung gemessen, er giebt ausserdem 3906 9, 3899 6, 3898 5, 3893 9, 3892 5, 3884 5 3880 4, 3879 5, 3876 3 3860 7, 3859 0, 3857 3, 3856 8, 3854 0, 3852 1, 3851 5, 3850 4, 3843 4, 3841 3, 3840 2, 3837 8, 3820 8, 3807 9, 3801 4, 3792 6, 3776 9, 3770 4, 3766 6, 3863 7, 3752 4, 3744 0, 3741 2 3739 3

2) Nach Lockyer [17] enhanced line

Hasselberg (11) Bogen	Exner und Haschek (14) Bogen	Exner und Haschek (13) Funke	Lohse (12) Funke	
3720 42 2	3720 39 2	3720 38 2	3720 38 1	1)
19 87 1	19 79 1	19 91 3	19 88 1	1)
19 71 1	19 70 2	19 70 1	—	
—	—	19 21 2	19 21 1	1)
17 05 1	17 00 2	17 04 2	17 10 2	1)
16 27 2	16 20 2	16 21 2	16 22 1	1)
15 83 2	15 80 3	15 79 2	15 81 1	1)
14 73 1	14 70 2	14 69 1	14 69 1	1)
—	—	14 09 3	14 06 2	1)
13 64 2	13 61 2	13 61 1	13 65 1	1)
—	13 10 2	13 09 1	13 16 1	1)
12 22 1	12 20 1	12 20 1	12 07 1	1)
11 68 1	11 65 2	11 66 1	11 61 1	
10 32 1	10 31 2	10 31 1	10 25 1	1)
08 73 2	08 72 2	08 70 1	08 71 1	1)
07 35 1	07 33 2	07 30 1	07 32 1	1)
05 57 1	05 75 2	05 55 1	05 61 1	1)
—	—	04 27 2	04 29 1	1)
02 67 2	02 69 2	02 72 8	02 70 6	1)
02 33 1	02 21 2	02 15 1	02 17 1	1)
00 15 1	00 19 2	00 00 2	00 00 1	
3698 69 1	3698 68 1	3698 70 1	3698 70 1	1)
96 18 1?	96 20 2	96 20 1	—	1)
95 09 3	95 13 4	95 10 2	—	1)
93 52 2	93 53 2	93 54 1	93 52 1	
92 79 2?	92 80 2	92 82 10	92 81 9	1)
92 24 1	92 25 2	92 24 1	—	
90 72 2	90 78 2	90 76 2	90 70 1	1)
—	—	90 50 2	90 53 1	
89 13 2	89 11 2	89 14 1	89 27 1	1)
88 45 2	88 45 1	88 49 15	88 49 9	1)
86 72 2	86 74 1	86 72 1	86 76 1	1)
86 27 2	86 27 2	86 26 1	86 19 1	1)

Hasselberg (11) Bogen	Exner und Haschek (14) Bogen	Exner und Haschek (13) Funke	Lohse (12) Funke	
—	3651 25 1	3651 30 8r	3651 29 8	1)
3648 75 2	48 77 2	48 76 1	48 77 1	1)
—	43 6 1u	43 63 2	43 61 1	1)
42 37 2	42 37 1	42 37 1	—	1)
41 16 2	41 11 2	41 13 1	41 16 1	
41 08 2	—	—	—	
40 76 2	40 78 2	40 77 1	40 76 1	1)
—	—	39 80 2	39 79 1	1)
38 72 1	—	—	—	
38 57 1	38 60 1	—	—	1)
38 35 2	38 32 2	38 35 1	—	1)
37 68 2	37 63 2	37 69 1	—	1)
35 77 1	35 73 2	35 62 1	—	
35 57 2	35 58 3	—	—	1)
35 30 2	35 25 2	35 38 20	35 28 10	1)
29 45 2	29 42 3	29 43 2	29 42 1	1)
28 80 1	28 81 2	28 79 1	28 73 1	1)
28 50 1	28 50 2	28 50 1	—	
—	—	27 50 2	27 47 1	1)
26 33 2	26 36 3	26 34 1	26 30 1	1)
—	25 80 1	25 70 2	25 67 1	1)
24 77 1	24 77 3	—	—	
24 60 3	24 62 3	24 62 3	24 60 1	1)
—	—	23 90 4	23 85 2	1)
23 36 2	23 40 3	23 40 2	23 37 1	1)
—	—	23 03 2	22 97 1	1)
—	—	18 51 2	18 46 1	1)
—	—	17 70 2	17 69 1	1)
17 01 2	16 98 2	16 98 1	16 93 1	1)
15 91 1	15 86 2	15 87 1	—	1)
15 32 1	15 28 1	15 32 1	—	1)
14 87 1	14 85 1	14 85 2	14 79 1	1)
14 42 3	14 43 5	14 40 3	14 36 1	1)

84 48	1	84 50	1	84 35	3	84 33	3	1)
81 88	2	81 88	1	81 94	1	81 94	1	1)
80 85	3	80 81	4	80 81	3	80 83	2	1)
80 75	3	—		—		—		
79 39	1	79 36	1	79 36	1	—		1)
77 83	2	77 84	2	77 83	1	77 95	1	1)
76 40	2	76 38	2	76 36	1	76 40	1	1)
76 15	1	76 13	1	76 13	1	—		
75 54	2	75 53	2	75 51	1	75 54	1	1)
73 38	1	73 36	1	73 37	1	73 40	1	
72 97	3	72 99	3	72 96	2	—		1)
—		71 81	1	71 77	1	—		1)
—		—		70 87	3	—		1)
69 50	2	69 51	2	69 49	1	69 52	1	1)
68 63	1	68 66	1	68 64	1	68 63	1	1)
—		67 12	2	67 08	1	67 07	1	
66 87	2	66 87	2	66 85	1	66 86	1	1)
—		65 90	2	65 85	1	65 93	1	1)
64 98	3	64 99	3	64 99	2	65 00	1	1)
64 45	2	64 48	2	64 45	1	64 47	1	1)
—		63 45	2	63 43	1	63 44	1	1)
63 14	2	63 16	2	63 13	1	63 13	1	1)
61 91	2	61 95	2	61 94	1	—		1)
61 24	1	61 25	1	—		—		
61 08	2	61 10	2	61 15	1	61 09	1	1)
59 51	3	59 53	4	59 50	3	59 53	1	1)
—		—		59 08	4	59 06	2	1)
58 50	1	58 50	1	58 41	4	58 43	2	1)
57 53	2	57 52	3	57 50	2	57 53	1	1)
55 21	1	55.20	1	55 20	1	—		
54 73	2	54 73	2	54 70	1	—		1)
–		—		52 61	4	52 56	9	1)
—		—		52 45	4	—		
51 48	2	51 52	1	—		—		

13 94	1	—		—		—		
13 80	1	13 80	2	13 79	1	13 71	1	1)
13 55	2	13 51	2	13 53	1	13 46	1	
12 62	2	12 61	2	12 62	1	—		1)
12 15	2	12 16	2	12 28	3	12 21	1	1)
—		09 65	2	09 65	1	09 59	1	1)
08 52	2	08 52	3	08 53	1	08 48	1	1)
—		—		07 07	3	07 05	1	1)
04 73	1	04 70	1	—		04 65	1	
04 24	2	04 22	2	04 23	1	04 21	1	1)
03 86	1	03 87	1	—		—		
03 10	2	03 11	3	03 08	2	03 07	1	1)
—		00 40	2	00 43	1	00 34	1	1)
00 04	1	3599 95	1	—		—		
3599 05	2	99 02	3	3599 05	2	3599 05	1	1)
—		97 00	1	—		97 02	1	
96 54	1	96 47	1	96 56	4	96 48	2	1)
95 87	2	95 82	2	95 75	1	95 83	1	1)
95 71	2	95 69	2	95 54	1	95 42	1	
—		92 15	2	92 21	1	92 40	1	1)
—		—		91 84	3	91 79	1	1)
91 55	1	91 54	1	91 60	1	—		
90 90	2	90 90	2	90 94	2	90 87	1	1)
—		—		90 33	2	90 28	1	1)
—		—		89 69	3	89 66	1	1)
89 10	2	89 08	2	89 13	1	—		1)
87 02	2	87 00	1	87 02	1	86 94	1	1)
—		86 19	1	86 06	2	86 09	1	
85 74	1	85 70	1	85 84	4	85 80	2	1)
84 42	1	84 41	2	84 44	1	84 40	1	1)
83 30	4	83 30	1	83 33	1	—		
—		82 83	1	82 87	2	—		
—		82 47	1	82 58	2	82 53	1	1)
82 03	3	82 02	4	82 04	3	82 02	1	1)

1) Von Demarçay [7] im Funken nach Losung gemessen, er giebt ausserdem 3718 4, 3709 7, 3706 7, 3694 5, 3683 1 3674 2, 3668 8, 3655 9, 3647 7, 3646 8, 3640 8, 3637 8, 3633 4

Hasselberg (11) Bogen		Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke		Lohse (12) Funke		
3580 70	2	3580 70	2	3580 74	1	3580 75	1	1)
—		—		79 23	2	79 23	1	1)
76 35	1	76 31	1	76 33	1	76 33	1	1)
75 88	1	75 86	1	75 83	1	75 84	1	1)
75 78	1	75 77	1	—		—		
74 63	1	74 61	2	74 64	1	74 63	1	1)
74 05	2	74 05	3	74 05	2	74 05	1	1)
—		—		72 73	2	72 72	1	1)
71 42	1	71 41	2	71 42	1	71 43	1	1)
70 82	2	70 82	2	70 80	2	70 79	1	1)
70 63	1	70 65	1	—		—		
66 20	2	66 20	2	66 20	1	66 22	1	1)
64 45	1	64 45	2	64 48	1	64 58	1	1)
63 91	2	63 90	2	63 93	1	63 91	1	1)
63 30	2	63 32	3	63 29	2	63 28	1	1)
62 26	2	62 25	2	62 24	1	62 26	1	1)
—		61 42	1	61 53	2	61 53	1	1)
60 28	2	60 26	2	60 29	1	60 41	1	1)
—		—		59 87	2	59 87	1	1)
58 25	3	58 23	2	58 24	2	58 27	1	1)
—		57 09	1	57 10	3	57 14	2	1)
—		—		56 46	2	56 49	1	1)
55 58	1	55 56	2	55 58	1	55 66	1	1)
54 35	2	54 34	4	54 33	1	54 34	1	1)
—		52 86	2	52 56	1	—		1)
51 12	1	51 10	1	51 12	1	—		1)
48 05	1	48 01	1	48 11	3	48 10	1	1)
—		—		46 17	3	46 15	1	1)
—		—		42 59	3	42 56	1	1)
42 32	2	42 30	5	42 33	2	—		
39 07	1	39 05	1	39 09	1	—		1)
37 41	3	37 42	3	37 43	2	—		1)
—		—		37 26	2	37 31	3	

Hasselberg (11) Bogen		Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke		Lohse (12) Funke		
—		3483 81	2	3483 81	1	3483 93	1	
3482 55	2	82 58	3	82 52	1	—		
81 95	1	81 94	2	81 93	1	81 96	1	
80 26	1	80 25	2	80 23	1	—		
79 60	2	79 59	3	79 55	1	79 60	1	
76 15	2	—		—		—		
75 19	2	75 19	2	75 16	1	75 22	1	
—		73 35	2	73 33	1	—		
71 09	1	71 07	2	71 05	1	71 06	1	
69 39	2	69 36	2	69 33	2	69 36	1	
68 02	2	67 99	2	67 96	1	68 03	1	
67 13	1	67 09	2	67 06	1	67 05	1	
66 98	2	66 96	2	66 94	1	—		
—		65 99	2	65 98	1	—		
65 81	1	65 80	2	65,79	1	—		
		60 92	3	60 93	2	60 95	1	
		60 39	2	60 26	1	—		
		60 05	2	60 06	1	—		
		58 27	2	58 28	1	58 41	1	
		56 53	4d?	56 51	1	56 56	1	
		56 27	2	56 26	1	—		
		54 36	2	54 34	1	—		
		—		52 95	1	53 00	1	
		52 74	2	52 75	1	—		
		51 90	2	51 90	2	51 92	1	
		—		50 72	2	—		
		49 98	2	50 00	1	—		
		49 20	4	49 20	2	—		
		48 65	1	48 65	2	—		
		47 29	10	47 25	3	47 30	1	
		46 20	1	46 25	6	46 28	3	
		—		45 63	3	45 66	1	
		45 36	2	45 40	1	—		

3534 83	1u?	3534 83	2	3534 89	3	3534 85	1	1)
—		—		33 21	2	33 17	1	1)
31 44	1	31 41	2	31 47	1	—		1)
—		—		28 04	2	—		
—		25 62	3	—		—		
25 11	2	—		25 15	1	25 21	1	1)
24 76	2	24 74	3	24 80	7	24 76	3	1)
—		24 32	3	24 40	1	—		
22 52	1	22 48	2	22 53	1	—		1)
—		—		22 24	2	22 21	1	
21 56	2	21 57	3	21 58	2	—		
21 32	1	21 28	1	21 26	1	—		
21 17	1	21 17	1	—		—		
—		—		20 31	2	20 30	1	1)
18 35	2	18 35	3	18 36	1	18 35	1	1)
17 70	2	17 69	3	17 68	1	17 70	1	1)
—		15 91	1	15 82	2	15 84	1	
14 93	1	14 90	2	14 9	1u	—		1)
13 86	1	13 86	2	13 86	1	—		
10 93	1	10 92	2	10 95	1	10 91	1	1)
08 26	2	08 25	3	08 26	2	08 27	1	1)
—		—		06 86	2	06 88	1	
05 45	2	05 45	2	05 45	2	05 46	1	1)
04 55	2	04 60	4	04 55	2	04 58	1	1)
—		02 10	1	02 09	4	02 11	2	1)
—		—		00 10	3	00 13	1	
—		—		3499 21	3	3499 25	1	
—		3496 83	2	96 88	1	—		
3493 49	2	93 48	2	93 47	1	—		
92 05	1	91 99	2d	91 94	1	—		
—		—		88 28	2	88 31	1	
—		86 10	2	86 01	1	—		
—		—		85 86	2	85 93	1	
—		—		84 70	3	84 72	1	
84 05	2	84 02	2	84 03	1	—		

3445 13	2	3445 17	1	—	
43 42	3	43 41	1	—	
42 80	2	42 80	1	—	
41 61	2	41 60	1	3441 61	1
38 97	2	38 99	1	39 04	1
37 34	4	37 35	2	37 38	1
35 57	3	35 52	5	35 58	2
34 92	3	34 95	1	34 95	1
34 20	2	34 22	1	34 30	1
33 05	2	33 04	1	—	
—		32 40	3	32 41	1
—		29 03	2	29 03	1
28 05	2	28 07	1	—	
26 93	2	26 93	1	—	
26 15	2	26 15	1	26 16	1
25 64	2	25 64	1	—	
25 32	2	25 31	1	—	
24 92	2	24 94	1	24 88	1
24 74	2	24 75	1	—	
—		22 96	4	22 93	2
22.47	2	22 47	1	—	
21 41	3	21 40	1	—	
20 21	3	20 20	1	—	
19 09	2	19 15	1	—	
18 69	3	18 66	1	—	
16 26	1	16 30	2	16 34	1
13 81	2	13 80	1	—	
13 50	2	13 50	1	—	
06 10	5	06 06	2	06 08	1
04 50	4	04 46	1	—	
03 48	2	03 47	1	—	
02 95	1	02 97	8	02 96	2
3397 83	2	3397 80	1	—	
—		95 49	2	3395 49	1
93 80	2	93 76	1	93 74	1

1) Von Demarçay [7] im Funken nach Lösung gemessen, er giebt ausserdem 3718 4, 3709 7, 3706 7, 3694 5, 3683 1, 3674 2, 3668 8, 3655 9, 3647 7, 3646 8, 3640 8, 3637 8, 3633 4

Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke		Lohse (12) Funke	
3392 31	2	—		—	
—		3392 01	4	3392 00	1
89 92	2	89 93	1	—	
87 90	2d	87 90	1	—	
86 00	2	86 02	1	—	
84 80	6	84 74	2	84 75	1
—		84 12	2	84 11	1
82 66	4	82 63	1	—	
82 45	2	82 45	1	—	
—		80 40	3	80 37	1
80 20	5	80 10	1	—	
—		79 90	3	79 90	1
78 59	2	78 56	1	—	
78 31	2	78.30	1	—	
76 88	1	76 81	2	76 95	1
75 76	2	75 75	1	—	
75 35	2	75 33	1	-	
73 95	2	—		—	
—		71 81	4	71 82	1
—		70 68	2	—	
69 38	2	69 36	1	—	
68 10	1	68 10	6	68 10	1
63 98	8	63 94	2		
—		63 13	3		
62 51	3	62 50	1		
61 52	4	61 50	1		
—		60 42	2		
58 26	8	58 25	2		
—		57 20	2		
55 15	3	55 05	1		
54 26	2	—			
50 48	3d	50 44	1		
49 33	2	—			
—		49 06	2		
—		47 40	3		
47 17	6	47 14	1		
46 55	1	46 54	4		
—		46 25	2		
44 90	6	44 89	2		
43 91	2	—			
40 34	3	40 31	1		
36 66	2	36 64	1		
—		32 69	2		
31 54	2	31 55	1		
—		29 37	5		
29 15	2	—			
27 46	4	27 43	1		
25 84	4	25 80	1		
—		25 38	2		
24 12	4	24 09	1		
—		21 3	2		

Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke	
3321 05	1	3321 07	5
19 93	2	19 94	1
19 71	2	19 73	1
13 76	1	13 80	5
13 10	1	13 05	4
12 50	2	12 48	1
10 94	2	10 92	1
—		07 56	2
07 28	3	07 25	1
06 80	2	—	
06 10	3	06 06	1
05 72	3	05 73	1
04 39	3	04 35	1
03 51	3	03 49	1
3297 81	1	3297 82	3
—		96 75	3
96 58	2	96 55	2
—		96 4	2
95 59	2	95 61	1
95 00	2	95 01	1
93 82	2	—	
92 45	2	92 49	12
91 74	2	91 78	1
90 99	4	90 91	6
90 00	3	89 99	1
89 12	4	89 15	2
87 54	2	87 45	1
87 34	1	87 35	2
85 50	2	85 47	1
85 16	2	85 17	1
84 71	1	84 77	3
83 50	2	—	
—		83 06	3
81 20	2	—	
79 57	2	—	
—		79 01	3
76 49	1	76 17	4
—		74 75	2
71 79	1	71 82	4
71 04	3	71 05	2
—		69 11	2
68 33	2	—	
67 77	1	67 79	2
67 26	2	—	
—		67 01	3
66 45	2	—	
66 32	2	66 33	1
65 29	2	65 26	1
64 59	3d?	61 54	1
63 99	2	63 98	1
62 80	3	62 75	1

Exner und Haschek (14) Bogen		(13) Funke	
—		3262 33	2
3260 65	2	—	
59 30	2	59 28	1
58 83	1	58 83	2
56 34	3	56 35	1
—		55 39	2
54 83	2	54 83	3
53 94	1	53 89	4
—		52 47	2
51 81	2	51 82	1
50 90	1	50 91	3
50 09	2		
—		48 35	2
47 76	3	47 74	1
46 09	2	46 02	1
44 62	2	44 62	1
40 82	1	40 88	4
40 63	2	—	
—		38 55	2
38 13	2	—	
—		37 96	2
37 21	4	37 16	1
35 54	2	35 49	2
		35 14	2
33 33	4	33 26	2
29 93	3	29 81	3
28 36	3	28 34	1
—		26 70	2
23 64	2	—	
—		23 05	2
21 89	2	21 87	1
21 01	2	20 99	1
18 65	2	18 50	1
—		16 20	3
15 20	2	15 20	1
14 59	2	14 52	3
13 47	2	—	
—		13 27	2
12 76	2	—	
—		12 10	2
11 12	2	11 11	1
—		09 85	2
08 98	10	09 00	2
06 08	3	06 03	1
05 70	2	05 65	1
05 39	2	05 33	1
—		05 05	2
02 23	2	—	
01 60	1	01 64	2
01 02	2	—	
00 32	2	00 40	3

Exner und Haschek (14) Bogen		(13) Funke	
3198 99	2	3198 96	1
98 53	1	98 54	2
96 09	2	96 04	3
94 11	20 R	94 12	2
92 92	2	—	
92 24	1	92 25	3
88 51	2	—	
88 20	2	—	
87 77	2	87 72	4
86 49	1	86 52	2
85 82	2	85 72	2
85 23	2	85 22	1
84 71	2	84 70	1
83 15	2	83 10	2
79 90	2	79 89	1
79 44	2	—	
78 02	2	78 09	2
76 93	2	76 90	1
76 40	1	76 47	5
75 64	3 d	75 71	1
—		75 19	5
72 89	2d?	72 90	4
72 50	2	72 45	2
72 15	1	72 18	3
70 46	20R	70 51	2
—		70 09	2
64 63	3	64 66	1
64 01	2	64 04	1
59 45	2	59 35	2
59 05	1	59 04	2
58 28	10 R	58 30	2
—		57 45	2
—		56 96	2
56 61	2	—	
55 76	2	55 76	4
55 35	2	—	
52 93	2	52 92	8r
51 79	1	51 78	4
47 44	3	47 49	1
46 78	2	—	
45 99	2	—	
—		45 86	2
45 37	2	—	
44 70	1	44 75	2
44 42	2	—	
43 13	1	43 19	3
42 86	2	—	
—		41 90	3
—		41 50	3
39 97	2	—	
38 80	1	38 89	3

Exner und Haschek (14) Bogen		(13) Funke	
3136 86	2	—	
36 52	2	3136 60	4
36 00	2	36 02	1
32 70	30 R	32 77	2
—		32 66	2
—		30 20	3
—		23 56	2
22 14	1	22 11	10
16 18	1	16 20	8
12 23	5	12 25	1
—		11 77	2
—		10 97	3
—		07 66	2
06 46	2	06 41	1
01 45	3	01 49	1
—		01 21	2
01 00	2	—	
00 04	2	00 10	1
—		3099 39	2
3098 57	1	98 59	2
—		97 80	2
97 31	2	—	
94 80	3	94 81	1
92 83	2	—	
92 21	2	92 24	5
89 84	2	—	
89 24	2	89 21	1
87 73	2	87 71	10
85 71	3	85 74	1
—		82 34	3
—		81 80	2
81 27	2	—	
80 52	2	80 55	1
80 00	2	80 07	1
77 78	1	77 57	8
—		74 76	2
74 50	3	74 46	2
—		73 36	2
71 55	2	71 48	1 d
71 03	2	—	
—		70 75	2
—		69 34	2
69 13	2	—	
68 11	2	—	
65 18	3	65 17	1
64 40	3	64 43	1
61 71	2	61 75	1
60 89	1	60 95	3
—		58 00	3
57 66	2	—	
55 40	2	55 44	1

Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke	
—		3053 59	3
—		52 43	3
—		48 95	3
—		48 15	2
3047 40	2	47 43	1
46 90	2	46 91	1
—		43 56	2
41 81	3	41 84	1
—		41 13	2
39 91	2	39 97	1
—		39 19	2
36 40	2	36 45	1
35 44	2	35 45	1
35 05	1	35 02	2
—		33 45	5
27 86	1	27 90	2
25 11	2	25 13	1
—		23 43	5
23 12	2	—	
—		21 75	3
—		20 81	2
—		18 66	4
16 88	2	—	
14 80	2d?	14 79	1
—		14 29	5
13 90	3	—	
13 51	2	13 55	1
10 39	2	—	
08 23	2	08 29	3
—		04 56	4
02 34	2	02 29	1
—		00 42	3
—		2998 10	2
2997 54	1	97 47	2
—		96 41	2
93 66	1	93 67	2
92 96	1	93 00	2
89 92	2	90 00	2
88 80	2	88 72	2
88 35	2	—	
88 04	2	88 09	3
—		87 47	3
—		87 02	3
—		86 29	3
—		84 99	2
83 97	2	84 10	3
—		83 73	2
81 68	2	81 72	1
—		79 90	2
—		78 74	2
78 40	2	—	

Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke	
—		2977 89	2
—		77 02	2
—		75 76	2
2975 53	1	75 52	3
72 74	1	72 76	5
—		72 03	4
70 22	2	—	
—		68 90	2
—		67 13	3
65 40	1	65 40	3
63 94	1	63 92	4
—		62 32	2
61 45	1	61 49	3
60 40	1	60 34	2
—		57 02	5
56 18	1	56 18	3
—		55 93	3
—		55 26	2
—		54 06	2
—		52 09	2
—		47 42	3
—		46 83	4
46 13	2	46 10	4
45 76	2	—	
—		44 97	8
—		43 50	2
—		41 37	5
40 14	1	40 21	3
—		38 70	2
—		36 89	3
—		35 80	2
35 28	1	35 33	2
34 40	2	34 41	5
—		30 89	2
30 54	3	30 60	4
—		30 20	2
—		27 65	4
—		26 84	2
—		26 30	4
25 48	1	25 53	4
24 40	1	24 45	6
23 51	2	23 50	12
—		22 85	2
18 95	1	18 98	3
—		13 89	5
13 61	2	—	
12 00	2	12 02	10
09 20	2	09 20	8
07 21	1	07 21	3
06 15	2	—	
05 36	2	05 41	1

Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke	
2903 18	1	2903 19	10
00 87	1	00 90	3
2898 76	2	2898 7	1
98 49	1	98 55	2
97 74	1	97 78	2
—		97 52	2
96 56	1	96 51	2
94 59	2	94 52	5
92 97	1	92 91	3
91 40	1	91 42	2
91 12	2	91 10	4
—		88 26	4
—		87 07	2
86 70	2	—	
85 86	1	85 88	2
—		82 48	2
—		79 80	2
79 14	1	79 15	8
—		74 93	4
72 95	1	72 99	4
71 60	2	71 61	10
69 67	2	69 78	2
—		69 29	2
—		68 42	2
—		68 20	2
66 74	1	66 79	5
64 74	2	64 76	1
64 39	2	—	
63 90	1	63 87	8
—		63 25	3
—		59 07	2
56 15	1	56 10	2
—		55 76	1
—		53 68	2
53 28	1	53 26	10
50 89	1	50 78	3
49 44	2	49 46	1
48 31	2	48 30	12d
—		44 94	2
44 50	2	44 52	1
42 48	2	42 58	3
42 25	2	42 22	3
39 68	2	—	
—		39 27	3
—		36 80	3
35 45	1	35 41	3
—		35 00	2
34 51	1	34 50	3
—		32 80	2
32 10	1	32 18	2
—		31 55	4

Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke	
2827 83	1	2827 86	6
26 63	2	26 65	1
—		21 94	2
17 56	2	17 57	5
16 27	2	16 22	20
—		14 77	2
—		12 70	2
—		11 26	2
08 49	2	08 55	1
07 85	2	07 81	6
—		07 10	2
06 20	1	06 27	2
02.48	1	02 46	2
01 62	2	—	
—		01 31	2
—		00 84	2
—		00 45	2
2798 81	1	2798 99	2
98 10	2	98 14	2
96 91	1	97 1	2u
—		95 00	2u
—		94 1	2u
93 08	2	—	
—		91 62	4
90 45	2	90 52	3
89 01	2	88 95	1
87 94	2	87 91	1
85 10	2	85 10	8
84 15	1	84 27	2
80 15	2	80 12	10
79 57	2	—	
—		79 31	2
77 90	2d?	77 90	2
—		76 75	2
75 52	2	75 74	15
74 53	1	74 50	6
73 99	2	73 91	2
71 88	1	71 80	2
—		70 69	2
69 92	1d?	69 86	5
66 36	2	—	
64 05	2	—	
63 71	2	63 75	4
—		63 35	3
63 15	2	—	
62 83	2	62 84	2
—		62 55	2
61 65	2	61 64	2
—		60 63	2
58 75	1	58 70	2
—		58 60	2

Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke	
2756 21	1	2756 14	7
—		53 92	2
51 59	2	51 54	1
—		50 15	3
—		50 0	2
46 41	1	46 40	5
45 46	2	45 37	1
45 17	2	—	
—		44 25	1
43 79	2	—	
43 25	1	43 28	3
—		42 95	3
—		41 72	3
—		41 41	3
—		38 69	3
37 95	1	37 93	8d
—		37 12	6d
33 46	2	33 49	2
—		33 19	2
—		33 00	3
32 94	2u	—	
—		32 75	2
—		30 30	4
29 75	2	29 74	3
29 20	2	—	
28 79	2	28 85	4
27 05	1	27 06	6
25 23	2	25 26	1
—		24 09	2
20 26	2	—	
17 40	1	17 41	8
13 57	1	13 59	5
—		12 41	4
—		11 58	3
—		11 02	3
—		10 20	2
—		09 84	2
06 20	2	06 22	2
—		05 03	4
—		02 60	2
—		02 00	2
01 53	2	01 49	10
01 16	2d?	—	
00 30	2	—	
—		00 08	2
—		2699 50	5
2697 90	2	97 90	1
—		96 90	4
96 15	2	—	
—		95 29	6
—		93 29	2

Exner und Haschek (14) Bogen		Exner und Haschek (13) Funke	
2692 74	1	2692 70	3
88 08	2	88 06	7r
—		85 86	3
84 24	2	84 20	10
83 34	2	83 30	8
—		82 52	2
81 50	1	81 45	6
79 93	3	79 94	1
—		76 59	3
73 36	1	73 40	5
72 95	2	72 91	10
71 99	1	71 93	6
—		71 03	2
70 41	2	—	
—		70 07	2
65 18	2	—	
60 67	2	60 69	10
58 18	2	58 20	1
—		57 07	3
56 00	1	55 90	2
55 13	3	55 20	2
—		53 87	2
53 45	2	53 42	7
—		52 50	2
—		51 80	3
—		50 11	2
49 56	2	49 49	1
—		48.29	3
46.56	2	46 57	8
44 43	2	44 40	12
—		42 50	2
—		41 22	2
41 11	3	—	
—		40 99	4
38 83	2	38 85	10
38 40	2	—	
36 75	2	36 74	7
—		33 63	5
—		30 80	4
29 94	2	29 95	1
28 81	2	28 75	1
27 65	2	27 62	1
—		26 20	3
—		24 83	2
—		23 51	3
21 19	2	—	
—		20 16	2
19 43	3	19 40	3
16 85	2	16 85	1
15 47	2	15 50	1
13 20	2	13 17	1

Exner und Haschek (14) Bogen		(13) Funke	
2611 30	2	2611 31	1
—		09 35	5r
07 48	2	07 44	1
—		06 69	3
—		05 99	3
05 17	1	05 19	2
02 90	1	02 92	5
—		02 09	2
—		00 25	5
—		2599 30	2
2597 44	1	97 52	3
97 33	1	97 21	4
95 50	2	95 45	4
93 80	1	93 82	4
—		93 47	2
—		92 88	2
92 07	2	—	
—		91 90	2
—		88 88	3
—		87 41	2
—		87 15	2
86 02	1	86 01	6
—		84 27	2
82 26	2	82 28	1
79 51	1	79 54	2
78 84	2	78 99	4
—		78 42	3
—		76 67	3r
74 51	1	74 52	2
72 46	3	72 34	2
—		71 59	2
—		70 90	4
—		68 08	2
67 16	2	67 14	1
—		66 31	3
—		64 43	3
—		62 19	3
—		59 79	2
—		59 25	2
59 03	1	58 96	4
—		57 49	2
—		56 86	2
—		55 52	3
50 94	2	50 86	2
48 35	3	48 30	1
—		47 65	2
—		47 39	3
—		44 45	2
—		44 20	2
—		43 72	2
42 88	1	42 78	8

Exner und Haschek (14) Bogen		(13) Funke	
2540 58	2	2540 68	1?
—		40 20	2
—		39 50	2
38 56	1	38 52	10
—		35 54	2u
—		33 67	2
—		32 77	2
—		32 40	3
—		30 41	2
29 94	1	29 92	2
—		28 95	2
—		27 25	6
24 94	2	—	
—		24 78	2
—		23 28	2
—		22 69	2
—		21 79	2
—		21 20	3
—		18 54	2
—		16 19	3
15 71	1	15 70	2
—		15 20	3
—		14 30	2
—		06 27	5
—		03 67	2
—		02 95	2
—		02 33	2
—		01 70	2
—		00 55	2
2498 37	1	2498 38	2
—		98 20	2
97 97	1	97 91	3
—		97 45	2
—		96 14	2
—		91 69	2
—		90 12	4
—		87 75	3
—		84 86	2
—		82 69	3
81 89	2	—	
—		81 29	7
—		79 30	2
—		77 61	4
—		74 32	4
72 05	2	72 0	1u
—		70 12	2
—		69 35	2
—		68 86	3
—		67 42	2
—		67 06	2
—		66 74	3

Exner und Haschek (14) Bogen		(13) Funke	
—		2461 90	3
—		59 83	3
—		57 85	4
—		55 52	2
2453 4	1	53 45	2
—		53 21	2
—		44 84	2
—		43 26	2
—		40 36	2
—		38 65	2
—		38 40	2
37 79	1	37 76	3
—		35 99	3
—		29 49	3
—		28 84	2
—		24 08	3
—		22 26	4
—		20 25	2
—		19 08	3
—		18 00	2
—		13 15	2
—		12 83	8
—		11 90	2
—		11 00	2
—		10 15	4
—		08 74	2
—		07 21	3
—		04 75	2
—		03 78	2
03 69	1	03 68	4
—		03 48	2
—		02 01	2
—		2397 89	2
—		92 10	2
—		91 81	2
—		90.89	3
2389 30	1	89 31	3
87 25	1	87 02	6
—		86 13	3
—		83 92	3
—		81 55	2
—		81 19	3
—		80 06	2
—		77 16	4
—		73 03	3
—		71 31	2
—		70 16	2
—		70 33	2
—		67 05	2
—		66 38	3
—		66.17	2

Exner und Haschek			
(14) Bogen		(13) Funke	
—		2364 05	2
—		59 76	4
—		55 54	2
—		53 80	2
—		50 21	2
—		49 96	2
—		47 89	2
—		44 77	2
2341 63	1	41 69	3
40 55	1	40 49	3
—		37 48	2
—		32 76	2
32 26	1	32 20	3
31 03	1	30 99	4
—		29 77	2
—		26.77	2
—		25 60	3
—		24 93	2
—		23 99	2
—		20 12	2

Exner und Haschek			
(14) Bogen		(13) Funke	
—		2317 94	2
—		16 51	2
—		15 66	2
—		14 46	2
—		09 91	2
—		09 50	2
—		08 03	2
—		07 05	2
—		06 55	2
—		05 74	2
2304 39	1	04 30	3
—		2296 60	2
—		95 02	3
—		90 95	2
—		90 42	2
—		90 13	2
—		89 99	2
—		89 23	2
-		80 95	2
—		76 30	2

Exner und Haschek			
(14) Bogen		(13) Funke	
—		2275 72	2
—		75 54	2
—		75 10	2
—		73 39	2
—		69 82	2
—		53 26	2
—		49 40	2
—		39 48	2
—		36 12	2
—		35 75	2
—		21 10	2
—		14 40	2
—		11 06	2
—		2197 57	2
—		90 52	2
—		89 48	2
—		84 40	2
—		79 39	2
—		25 98	2
—		2081 83	1

STICKSTOFF (N = 14 01)

Literatur

[1] D Brewster, Observations on the lines of the solar spectrum and on those produced by the earth's atmosphere, and by the action of nitrous acid gas (1833) Trans Roy Soc Edinb **12** III p 519—530 (1834) Phil Mag (3) **8** p 384—392 (1836), Pogg Ann **38** p 50—64 (1836) Absorption

[2] D Brewster, On the connexion between the phaenomena of absorption of light and the colours of thin plates Phil Trans 1837 p 245—252, Phil Mag (3) **21** p 208—217 (1842) Absorption

[3] W A Miller, Experiments and observations on some cases of lines in the prismatic spectrum produced by the passage of light through coloured vapours and gases, and from certain coloured flames Phil Mag (3) **27** p 81—91 (1845) Absorption.

[4] A J Ångstrom, Optische Untersuchungen Kgl Svenska Vet Acad Handl 1853, p 229—232 Pogg Ann **94** p 141—165 (1855) Funke

[5] D Alter, On certain physical properties of the light of the electric spark, within certain gases as seen through a prism Americ J (2) **19** p 213—214 (1855) Funke

[6] J Plucker, Fortgesetzte Beobachtungen über electrische Entladung Pogg Ann **105** p 67—84 (1858) In Geisslerrohr

[7] H W Dove, Ueber den Unterschied der prismatischen Spectren des am positiven und negativen Pol im luftverdunnten Raum hervortretenden electrischen Lichtes Pogg Ann **104** p 184—188 (1858)

[8] V S M van der Willigen, Ueber das electrische Spectrum Versl en Mededeel d Akad v Wet **7** (1858), Pogg Ann **106** p 610—632 (1859), **107** p 473—478 (1859) Positives und negatives Pol-Spectrum

[9] J Plucker, Ueber die Constitution der electrischen Spectra der verschiedenen Gase und Dampfe Pogg Ann **107** p 497—538 (1859) Banden

[10] E Robiquet, Recherches sur les raies du spectre solaire et des différents spectres électriques C R **49** p 606—610 (1859) Absorption

[11] J Plucker, Abstract of a series of papers and notes concerning the electric discharge through rarefied gases and vapours Proc Roy Soc **10** p 256—269 (1860) Banden und Linien

[12] A Weiss, Ueber die Aenderungen, welche die Lage der Linien im Spectrum des sogenannten Salpetergases (Untersalpetersaure) erfahren, wenn man die Dichte derselben andert Pogg Ann **112** p 153—155 (1861), Wien Ber **43** II p 208—214 (1861) Absorption

[13] G Kirchhoff, Untersuchungen uber das Sonnenspectrum und die Spectren der chemischen Elemente Abhandl Berlin Akad 1861 p 63—95, 1863 p 227—240

[14] J Tyndall, On the absorption and radiation of heat by gaseous matter Phil Trans **152** I, p 59—98 (1862) Absorption

[15] G G Stokes, On the long spectrum of the electric light Phil Trans **152**, II p 599—619 (1862), Phil Mag (4) **25** p 310—311 (1863), Pogg Ann **123**, p 30—48, 472—489 (1864) Ultraviolett

[16] W A Miller, On the photographic transparency of various bodies, and on the photographic effects of metallic and other spectra obtained by means of the electric spark Phil Trans 152, II p 861—887 (1862) Absorption

[17] H C Dibbits, De Spectraal-Analyse, Akad Proefschrift, Utrecht 1863 Ueber die Spectren der Flammen einiger Gase Pogg Ann 122 p 497—545 (1864) Ammoniakspectrum

[18] A Mitscherlich, Ueber die Spectren der Verbindungen und der einfachen Korper Pogg Ann 121 p 459-488 (1864) Ammoniakspectrum

[19] J Chautard, Phenomènes observes dans les spectres produits par la lumière des courants d'induction traversant les gaz raréfies C R 59 p 383—384 (1864) Einfluss der Stromstarke auf Banden

[20] W Huggins, On the spectra of some of the chemical elements Phil Trans 154 II p 139—160 (1864) Funkenspectrum

[21] H F Brasack, Spectralanalytische Untersuchungen Abhandl naturf Ges Halle 9 p 1—16 (1864) Luftspectrum

[22] J Plucker und J W Hittorf, On the spectra of ignited gases and vapours, with especial regard to the different spectra of the same elementary gaseous substance Phil Trans 155 p 1—29 (1865) Geisslerrohren, Linien- und Bandenspectrum

[23] A Schimkow, Ueber das Spectrum des electrischen Buschel- und Glimmlichtes in der Luft Berl Ber 1866, p 375—386 Pogg Ann 129 p 508—520 (1866) Banden

[24] R Thalén, Om spectralanalys Upsala univers årsskr 1866 Zeichnung des Bandenspectrums

[25] F Brasack, Das Luftspectrum Eine prismatische Untersuchung des zwischen Platin Electroden uberschlagenden electrischen Funkens Abhandl naturf Ges Halle 10 (1866) Positiver und negativer Pol

[26] R Thalen, Mémoire sur la determination des longueurs d'onde des raies métalliques Nova acta reg soc sc Upsal (3) 6 (1868) Luftspectrum

[27] A Wullner, Ueber die Spectra einiger Gase in Geisslerschen Rohren Pogg Ann 135 p 497—527 (1868) Banden und Linien

[28] A Wullner, Ueber die Spectren einiger Gase bei hohem Druck Pogg Ann 137 p 337—361 (1869) Linien und Banden

[29] Lecoq de Boisbaudran, Sur la constitution des spectres lumineux C R 69 p 445—451, 606—615, 657—664, 694—700 (1869) Banden, Gesetzmässigkeit

[30] A Secchi, Sur le spectre de la planète Neptune et sur quelques faits d'analyse spectrale C R 69 p 1050—1053 (1869) Banden

[31] Lecoq de Boisbaudran, Remarques sur quelques points d'analyse spectrale C R 69 p 1189—1192 (1869) Veranderlichkeit

[32] E Luck, Ueber das Verhalten der salpetrigen Saure und Untersalpetersaure gegen durchgehendes Licht Zs f analyt Chem 8 p 402—405 (1864) Absorption

[33] A Secchi, Sur la constitution de l'aureole solaire, et sur quelques particularités offertes par les gaz raréfies, lorsqu'ils sont rendus incandescents par les courants électriques C R 70 p 79—84 (1870) Banden und Linien

[34] E Villari, Notizie sulla resistenza elettrica dei gas compressi e sulle modificazioni spettroscopiche che soffre la scintilla che li attraversa Rendic Istit Lomb (2) 3 p 594—601 (1870) Einfluss von Druck

[35] A Kundt, Ueber das Absorptionsspectrum der flussigen Untersalpetersaure Pogg Ann 141 p 157—159 (1870) Absorption

[36] P M Garibaldi, Le radiazioni nei loro rapporti col vapore d'acqua e altri corpi gassosi e distribuzione delle radiazioni oscure e luminose nello spettro del platino incandescente Nuovo Cim (2) 3 p 231—253 (1870) Absorption

[37] G J Stoney, On the cause of the interrupted spectra of gases Proc Roy Irish Acad 1 p 107—112 (1871), Phil Mag (4) 41 p 291—296 (1871) Gesetzmassigkeit

[38] A Ditte, Sur les spectres des corps appartenants aux familles de l'azote et du chlore C R 73 p 738—742 (1871) Angebliche Aehnlichkeiten

[39] H C Vogel, Untersuchungen uber das Spectrum des Nordlichtes Ber Sachs

Akad d Wiss **23** p 285—299 (1871), Pogg Ann **146** p 569—585 (1872), Messung von Linien und Banden

[40] A Schuster, On the spectrum of nitrogen Proc Roy Soc **20** p 484—487 (1872), Phil Mag (4) **44** p 537—541 (1872), Pogg Ann **147** p 106—112 (1872) Banden gehoren nicht zu N

[41] A Schuster, On the spectrum of hydrogen Nat **6** p 358—360 (1872), Rep Brit. Ass 1872 p 38 Ammoniak

[42] K B Hofmann, Ueber die Spectralerscheinungen des Phosphorwasserstoffs und des Ammoniaks Pogg Ann **147** p 92—101 (1872) Ammoniak

[43] L Cailletet, De l'influence de la pression sur les raies du spectre C R **74** p 1282—1285 (1872), Phil Mag (4) **44** p 76—77 (1872) Druck

[44] A Wullner, Ueber die Spectra einiger Gase in Geisslerschen Rohren Pogg Ann **147** p 321—353 (1872) Linien und Banden Ursprung

[45] D Gernez, Sur les raies d'absorption produites dans le spectre par les solutions des acides hypoazotique, hypochlorique et chloreux C R **74** p 465—468 (1877), J de phys 1 p 60—62 (1872) Absorption

[46] G Salet, Sur les spectres des metalloides Ann chim et phys (4) **28** p 5—71 (1873) Banden und Linien Messungen

[47] A Wullner, Ueber die Spectra der Gase in Geisslerschen Rohren Pogg Ann **149** p 103—112 (1873) Banden gehoren zu N

[48] C H Stearn, Spectrum of nitrogen Nat **7** p 463 (1873) Gegen Schuster (40)

[49] A Schuster, Spectrum of nitrogen Nat **8** p 161 (1873) Gegen Voriges

[50] Lecoq de Boisbaudran, Spectres lumineux, Paris 1874 Zeichnung und Messung von Banden

[51] J Chautard, Phénomenes magneto-chimiques produits au sein des gaz raréfies dans les tubes de Geissler illumines a l'aide de courants induits C R **81** p 75—77 (1875) Einfluss eines Magnetfeldes

[51a] J N Lockyer, Atoms and molecules spectroscopically considered Nat **10** p 69—71, 89—90 (1874) Siehe p 89 Absorption

[52] J N Lockyer, Spectroscopic notes No III On the molecular structure of vapours in connexion with their densities Proc Roy Soc **22** p 374—378 (1874), Phil Mag (4) **49** p 320—326 (1875) Durchlassigkeit

[53] A J Ångström et R Thalén, Recherches sur les spectres des metalloides Nova acta reg soc sc Upsal (3) **9** (1875) Banden Zeichnung, Messung

[54] Greenwich, Spectroscopic observations Greenwich observations, 1875 p 100—130 (1875) Messung von Linien und Banden

[55] G Salet, Sur le spectre de l'azote et sur celui des métaux alcalins dans les tubes de Geissler C R **82** p 223—226, 274—275 (1876), J de phys **5** p 95—97 (1876), Phil Mag (5) **1** p 331—333 (1876) Absorption von N durch Na

[56] E Goldstein, Vorlaufige Mittheilungen uber electrische Entladungen in verdunnten Gasen Berlin Ber 1876 p 279—295 Banden

[57] A Cazin, Sur le spectre de l'etincelle electrique dans l'air a de hautes pressions L'Institut (2) **4** p 181 (1876) Druckeinfluss

[58] A Cazin, Sur les spectres de l'etincelle d'induction dans l'azote L'Institut (2) **4** p 154—155 (1876) Linien und Banden, Druck

[59] A Cazin, Sur le spectre de l'étincelle electrique dans un gaz comprime C R **84** p 1151—1154 (1877), J de phys **6** p 271—276 (1877) Druck Ursprung der Spectren

[60] J Moser, Die Spectren der chemischen Verbindungen Pogg Ann **160** p 177—199 (1877) Absorption

[61] J Moser, Die Spectren der salpetrigen und der Untersalpetersaure Wiedem Ann **2** p 139—140 (1877) Absorption

[62] A Schuster, On the passage of electricity through gases Proc Cambridge Phil Soc **3** p 57—61 (1877) Ueber Spectra an den Electroden

[63] J L Schonn, Ueber die Absorption des Lichtes durch Wasser, Steinol, Ammoniak,

Alcohol und Glycerin Pogg Ann Erganzbd 8 p 670—675 (1878), Wiedem Ann 6 p 267—270 (1878) Absorption

[64] B Hasselberg, Studien auf dem Gebiete der Absorptionsspectralanalyse Mem ac St Petersb (7) **26** Nr 4 (1878)

[65] J L Soret, Recherches sur l'absorption des rayons ultra-violets par diverses substances Arch sc phys et nat (2) **61** p 322—359 (1878) Absorption

[66] A Wullner, Ueber allmahliche Ueberfuhrung des Bandenspectrums des Stickstoffs in ein Linienspectrum. Ber Munchener Akad 1879 p 171—207, Wiedem Ann **8** p 590—623 (1879) Ursprung der verschiedenen Spectren

[67] H W Vogel, Ueber die Spectra des Wasserstoffs, Quecksilbers und Stickstoffs Berl Ber 1879 p 586—604 Photographie von Geisslerrohr Banden

[68] Ch Fievez, Recherches sur l'intensité relative des raies spectrales de l'hydrogene et de l'azote, en rapport avec la constitution des nebuleuses Bull ac Belg (2) **49** p 107—113 (1880), Phil Mag (5) **9** p 309—312 (1880)

[69] A Schuster, Upon the present state of our knowledge of spectrum analysis Rep Brit Ass 1880 p 258—298

[70] W Crookes, On the viscosity of gases at high exhaustions Phil Trans **172**, II p 387—434 (1881), Ann chim et phys (5) **24** p 476—547 (1881) Banden Druck

[71] E Goldstein, Ueber das Bandenspectrum der Luft Wien Ber **84**, II p 693—702 (1881), Wiedem Ann **15** p 280—288 (1882)

[72] B Hasselberg, Beiträge zur Spectroscopie der Metalloide Bull ac St Petersb **27** p 405—417 (1881) Banden Messungen

[73] W J Russell and W Lapraik, On the absorption bands in certain liquids Nat **22** p 368—370 (1880), J chem Soc **39** p 168—173 (1889) Absorption

[74] W N Hartley, On the absorption of solar rays by atmospheric ozon J chem soc **39** p 111—128 (1881) Absorption

[75] W de W Abney and E R Festing, On the influence of the atomic grouping in the molecules of organic bodies on their absorption in the infra-red region of the spectrum Phil Trans **172**, III p 887—918 (1881) Absorption

[76] P Hautefeuille et J Chappuis, De la recherche des composés gazeux et de l'etude de quelques-unes de leurs proprietes a l'aide du spectroscope C R **92** p 80—82 (1881) Absorption

[77] J Chappuis, Etude spectroscopique sur l'ozone Ann sc de l'ecole norm sup (2) **11** p 137—186 (1882) Absorption

[78] G D Liveing and J Dewar, On the origin of the hydrocarbon flame spectrum Proc Roy Soc **34** p 418—429 (1882) Auftreten der Banden in Flammen, erste Beobachtung der dritten Gruppe

[79] C P Smyth, Gaseous spectra in vacuum tubes, under small dispersion and at low electric temperature Trans Roy Soc Edinburgh **30**, I p 93—160 (1882) Banden, Verbindungen

[79a] W N Hartley and W E Adeney, Measurements of the wave-lengths of lines of high refrangibility in the spectra of elementary substances Phil Trans **175**, I p 63—137 (1884) Luftspectrum

[80] A Schuster, Experiments on the discharge of electricity through gases Sketch of a theory Proc Roy Soc **37** p 317—339 (1884) Positiver und negativer Pol

[81] E Goldstein, Ueber electrische Leitung im Vacuum Berl Ber 1884 p 63—73

[82] C P Smyth, Micrometrical measures of gaseous spectra under high dispersion (1884) Trans Roy Soc Edinburgh **32**, III p 415—460 (1887) Banden

[83] B Hasselberg, Zur Spectroscopie des Stickstoffs 1 Untersuchungen uber das Bandenspectrum Mém ac St Petersb (7) **32** (1885) Messungen, Zeichnung

[84] Lecoq de Boisbaudran, Spectre de l'ammoniaque par renversement du courant induit C R **101** p 42—45 (1885) Spectrum von Ammoniak

[85] H Deslandres, Spectre de bandes de l'azote, son origine C R **101** p 1256—1260 (1885) Verschiedene Bandengruppen

[86] L Bell, Notes on the absorption spectrum of nitrogen peroxide Americ chem J 7 p 32—34 (1885) Absorption

[87] H Deslandres, Spectre du pôle negatif de l'azote Loi génerale de repartition des raies dans les spectres de bandes C R 103 p 375—379 (1886) Negative Banden

[88] B Hasselberg, Sur les spectres a bandes de l'azote et son origine Mem soc spettr Ital 15 p 1—3 (1886) Gegen Deslandres (85)

[89] A F. Sundell, Researches on spectrum analysis Phil Mag (5) 24 p 98—106 (1887) Nach Acta Soc Sc Fennicae 15 p 197—207 (1885)* Banden

[90] E Goldstein, Ueber eine noch nicht untersuchte Strahlungsform an der Kathode inducirter Entladungen Berl Ber 1886 p 691—699, Wiedem Ann 64 p 38—48 (1898) Kanalstrahlen

[91] H Deslandres, Loi de repartition des raies et des bandes, commune a plusieurs spectres de bandes Analogie avec la loi de succession des sons d'un corps solide C R 104 p 972—976 (1887) Zweite Gruppe der Banden Wellenlangen

[92] H Deslandres, Spectres des bandes ultra-violets avec une faible dispersion Ann chim et phys (6) 15 p 5—86 (1888) Messungen im Ultraviolett

[93] G D Liveing and J Dewar, The absorption-spectrum, luminous and ultra-violet of large masses of oxygen Phil Mag (5) 26 p 286—290 (1888) Absorption

[94] G D Liveing and J Dewar, Notes on the absorption spectra of oxygen and some of its compounds Proc Roy Soc 46 p 222—230 (1889) Absorption

[95] A Wullner, Ueber den allmahlichen Uebergang der Gasspectren in ihre verschiedenen Formen Berl Ber 1889 p 793—812, Wiedem Ann 38 p 619—640 (1889)

[95a] K R Koch, Ueber das Spectrum der Gase bei tiefen Temperaturen Wiedem. Ann 38 p 213—216 (1889)

[96] G Magnanini, Sullo spettro di emissione della ammoniaca Atti acc Lincei Rendic (4) 5 p 900—908 (1889), Zs f physik Chem 4 p 435—440 (1889) Ammoniak

[97] G Magnanini, Ueber das Absorptionsspectrum des Nitrosylchlorids Zs f physik Chem 4 p 427—428 (1889)

[98] G Ciamician, Sullo spettro di assorbimento del cloruro di nitrosile Atti acc Lincei, Rendic [4] 5 p 908—911 (1889) Absorption

[99] J S Ames, On some gaseous spectra — Hydrogen, nitrogen Phil Mag (5) 30 p 48—58 (1890) Banden, zweite Gruppe

[100] E Warburg, Ueber eine Methode, Natriummetall in Geisslersche Rohren einzuführen, und über das Kathodengefälle bei der Glimmentladung Wiedem Ann 40 p 1—17 (1890) Absorption von N durch Na

[101] J M Eder, Neue Banden und Linien im Emissionsspectrum der Ammoniak-Oxygen-Flamme Wien Acad Anz 28 p 44—47 (1891)

[102] O Neovius, Om skiljandet of kvåfvets och syrets linier i luftens emissionsspektrum Bih Svenska Vet Akad Handl 17, 1, Nr 8 (1891) Linienspectrum

[103] W Crookes, The flame of burning nitrogen Chem News 65 p 301 (1892) Verbrennung von N mit O durch Funke

[104] J M Eder, Beiträge zur Spectralanalyse I Das Emissionsspectrum der Ammoniak-Oxygen-Flamme Denkschr Wien Akad 60 p 1—24 (1893) Beitrage zur Photochemie p 32—44

[105] J M Eder und E Valenta, Ueber das Emissionsspectrum des Kohlenstoffs und Siliciums Denkschr Wien Akad 60 p 241—263 (1893), Beitrage zur Photochemie p 58—74 Banden der zweiten Gruppe

[106] L Zehnder, Ueber Natriumstickstoff Wiedem Ann 52 p 56—66 (1894) Absorption von N durch Na

[107] G D Liveing and J Dewar, Preliminary note on the spectrum of the electric discharge in liquid oxygen, air, and nitrogen Phil Mag (5) 38 p 235—240 (1894)

[108] E Demarçay, Spectres electriques, Paris 1895 Funke nach Salpetersäure

[109] W N Hartley, On the spectrum of cyanogen as produced and modified by spark discharges Proc Roy Soc 60 p 216—221 (1896) Ammoniak

[110] J Trowbridge and Th W Richards, The multiple spectra of gases Americ J (4) 3 p 117—120 (1897), Phil Mag (5) 43 p 135—139 (1897) Banden und Linien

[111] W N Hartley, Experiments on the flame spectrum of carbon monoxide Proc Roy Soc 61 p 217—219 (1897) Wasserbande vielleicht zu NO gehörig

[112] A Kalahne, Ueber die Spectra einiger Elemente bei der stetigen Glimmentladung in Geisslerschen Rohren und die Abhangigkeit der Lichtstrahlung von Stromstärke und Druck Wiedem Ann 65 p 815—848 (1898) Photometrie eines Bandes

[113] E S Ferry, On the relation between pressure, current, and luminosity of the spectra of pure gases in vacuum tubes Physic Rev 7 p 1—9 (1898) Photometrie von Banden

[114] H Moissan et H Deslandres, Recherches spectrales sur l'air atmospherique C R 126 p 1689—1691 (1898) Mogliche N-Linien

[115] G A Hemsalech, Sur les spectres des decharges oscillantes C R 129 p 285 bis 288 (1899) J de phys (3) 8 p 652—660 (1899) In Funken Banden

[116] P Baccei, Sullo spettro di assorbimento dei gas Nuovo Cim (4) 9 p 177—191 (1899) Durchsichtigkeit

[117] G C Schmidt, Ueber den Einfluss der Temperatur auf das Potentialgefalle in verdunnten Gasen Ann d Phys (4) 1 p 625—647 (1900) Trennung der Bandengruppen

[118] E Goldstein, Ueber Spectra von Gasgemengen und von Entladungshullen Verh Physik. Ges 2 p 110—112 (1900)

[119] P Lewis, Ueber Fluorescenz und Nachleuchten bei der electrischen Entladung in Stickstoff Ann d Phys (4) 2 p 459—468 (1900), Astrophys J 12 p 8—16 (1900)

[120] W N Hartley and J J Dobbie, The absorption spectra of ammonia, methylamine, hydroxylamine, aldoxime and acetoxime J chem soc 77 p 318—327 (1900) Absorption

[121] G Berndt, Ueber die Bandenspectren der Thonerde und des Stickstoffs Ann d Phys (4) 4 p 788—795 (1901) Banden.

[122] G A Hemsalech, Sur le spectre de bandes de l'azote dans l'étincelle oscillante C R 132 p 1040—1043 (1901) Banden in Funken

[123] G A Hemsalech, Recherches experimentales sur les spectres d'étincelles Paris bei Hermann (1901) Banden in Funken, Linienspectrum

[124] H Kreusler, Ueber den photoelectrischen Effect in der Nahe des Funkenpotentials und eine hierauf beruhende Methode zur Photometrie des ultravioletten Lichtes Dissert Berlin 1901, Ann d Phys (4) 6 p 398—411, 412—423 (1901) Absorption durch N und NO.

[125] G Berndt, Ueber den Einfluss der Selbstinduction auf die durch den Inductionsfunken erzeugten Metallspectra im Ultraviolett Dissert Halle 1901

[126] F Exner und E Haschek, Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente Wien Ber 110, IIa p 964—987 (1901)

[127] J Trowbridge, The spectra of hydrogen, and some of its compounds Phil Mag (6) 2 p 370—379 (1901) Negative Banden

[128] A W Wright and E S Downs, The induced alternating current discharge studied with reference to its spectrum and especially the ultra-violet spectrum Americ J (4) 12 p 66—73 (1901)

[129] Clive Cuthbertson, Arrangement of bands in the first groupe of the positive bandspectrum of nitrogen Phil Mag (6) 3 p 348—353 (1902) Structur der Banden

[130] H Deslandres, Sur les spectres de bandes de l'azote C R 134 p 747—750 1902) Verbesserung von Vorigem

[131] G Berndt, Notiz uber das Bandenspectrum des Stickstoffs Ann d Phys (4) 7 p 946—948 (1902)

[132] H Crew and J C Baker, On the thermal development of the spark spectrum of carbon Astrophys J 16 p 61—72 (1902) Banden im Bogen

[133] G Berndt, Gasspectra im Magnetfelde Ann d Phys (4) 8 p 625—642 (1902)

[134] C C Hutchins, New heads to cyanogen bands Astrophys J 15 p 310—312 (1902) Negative Banden im Bogen

[135] P Lewis and A S King, Nitrogen bands vs „New heads to cyanogen bands" in arc spectra Astrophys J 16 p 162—165 (1902) Gegen Voriges

[136] F Exner und E Haschek, Tabellen der Funkenspectra Wien 1902

[137] A Simonsen, Photometrische und electrische Untersuchungen Geisslerscher, mit atmospharischer Luft gefullter Rohren Dissert Kiel 1892 Berlin bei Deuter & Nicolai Photometrische Messungen

[138] J Berndt, Beitrage zur Kenntniss der Gasspectra Abhandl naturf Ges Halle **26** (1903) Auszug in Ann d Phys (4) **12** p 1101—1114 (1903) Photometrische Messungen

[139] P Heimesdorf, Ueber Messungen im Stickstoffspectrum Dissert Bonn 1902, Ann d Phys (4) **11** p 161—169 (1903)

[140] E Warburg, Ueber leuchtenden electrischen Wind Ann d Phys (4) **10** p 180—188 (1903) Banden im Glimmlicht

[141] A Hagenbach und H Konen, Ueber das Bandenspectrum des Stickstoffs bei Atmospharendruck Physik Zs **4** p 227—229 (1903)

[142] Sir W Huggins, On the spectrum of the spontaneous luminous radiation of radium at ordinary temperatures Proc Roy Soc **72** p 196—199 (1903) Astrophys J **18** p 151 - 155 (1903)

[143] P Lewis, Cathodo-luminescence and the negative-pole spectrum of nitrogen Astphys J **17** p 258—269 (1903)

[144] Sir W Huggins and Lady Huggins, Further observations of the spectrum of the spontaneous luminous radiation of radium at ordinary temperatures Proc Roy Soc **72** p 409—413 (1903), Astrophys J **18** p 390 - 395 (1903)

[145] V Schumann, On the absorption and emission of air and its ingredients for light of wave-lengths from 250 $\mu\mu$ to 100 $\mu\mu$ Smithson Contrib 1413 Vol **29** (1903)

[146] H Deslandres, Simplicite des spectres de la lumière cathodique dans les gaz azotes et carbones C R **137** p 457—463 (1903)

[147] H Deslandres, Caractères principaux des spectres de ligne et de bandes Considerations sur les origines de ces deux spectres C R **137** p 1013 -1018 (1903)

[148] W Muthmann und H Hofer, Ueber die Verbrennung des Stickstoffs zu Stickoxyd in der electrischen Flamme Ber chem Ges **36** I p 438—453 (1903)

[149] J Schniederjost, Beitrage zur Kentniss der Spectra von Wasserstoff, Helium Luft, Stickstoff und Sauerstoff im Ultraviolett Dissert Halle 1904, Zs f wiss Photogr **2** p 265—285 (1904)

[150] J Schniederjost, Das Spectrum der Stickstoffflamme Physik Zs **5** p 390 (1904)

[151] J Dewar et E Curie, Examen des gaz occlus ou dégagés par le bromure de radium C R **138** p 190—192 (1904), J de phys (4) **3** p 193—194 (1904)

[152] P Lewis, The spectrum of the electrodeless discharge in nitrogen Physic Rev. **18** p 124—125 (1904)

[153] P Lewis, The spectrum of the afterglow of the spark discharge in nitrogen at low pressures Physic Rev **18** p 125—128 (1904)

[154] P Lewis, The afterglow of metallic vapors in nitrogen — A new band spectrum Astrophys J **20** p 49—57 (1904), Phys Zs **5** p 546—550 (1904)

[155] P Lewis, Notes on the spectra of nitrogen and its oxides Astrophys J **20** p 58—62 (1904)

[156] G A Hemsalech, On the spectrum of the glow discharge at atmospheric pressure Mem and Proc Manchester Soc **48** (1904)

[157] J Stark, Versuche uber die Entstehung des Banden- und Linienspectrums Gotting Nachr 1904 p 205—212

[158] H Deslandres, Loi générale de distribution des raies dans les spectres de bandes. Verification precise avec le deuxieme groupe de l'azote C R **138** p 317—323 (1904)

[159] H Deslandres et A Kannapell, Etude du troisième groupe de bandes de l'air avec une forte dispersion C R **139** p 584—589 (1904)

[160] W W Coblentz, Preliminary communication on the infra-red absorption spectra of organic compounds Astrophys J **20** p 207—223 (1904) Absorption von NH_3

[161] P G Nutting, The spectra of mixed gases Astrophys J **19** p 105—110 (1904) Gasmischungen

[162] P G Nutting, On the transition from primary to secondary spectra Astrophys J **20** p 131—135 (1904) Banden- und Linienspectrum

[163] P Zonta, Su lo spettro emesso dai tubi di Geissler nel campo magnetico Nuovo Cim (5) **7** p 321—333 (1904) Einfluss des Magnetfeldes

[164] R Nasini e F Anderlini, Osservazioni spettroscopiche ad altissime temperature Rendic Acc Lincei (5) **13**, II p 59—66 (1904), Gazz chim Ital **36** p 561—570 (1906) Vermeintliche Emission im electrischen Ofen

[165] E Waetzmann, Ueber die Intensitatsverhaltnisse der Spectra von Gasgemischen Ann d Phys (4) **14** p 772—790 (1904) Photometrische Messungen

[166] H Deslandres, Groupe de bandes negatif de l'air avec une forte dispersion Variations du spectre avec la pression C R **139** p 1174—1180 (1904)

[167] E Goldstein, Ueber Sauerstoffentziehung durch Platin Ber chem Ges **37**, 4 p 4147—4148 (1904)

[168] E Goldstein, Ueber electrische Entladungserscheinungen und ihre Spectra Verh Physik Ges **6** p 315—324 (1904), Physik Zs **6** p 14—17 (1905)

[169] J Stark, Der Dopplereffect bei den Kanalstrahlen und die Spectra der positiven Atomionen Physik Zs **6** p 892—897 (1905)

[170] J Stark und W Hermann, Spectrum des Lichtes der Kanalstrahlen in Stickstoff und Wasserstoff Phys Zs **7** p 92—97 (1905)

[171] A Hagenbach und H Konen, Atlas der Emissionsspectren der meisten Elemente Jena bei Fischer 1905

[172] A Hagenbach, Ueber Bandenspectra Festschrift fur Wullner, p 128—146 Leipzig bei Teubner 1905

[173] H Deslandres et d'Azambuja, Variations des spectres de bandes du carbone avec la pression, et nouveaux spectres de bandes du carbone C R **140** p 917—920 (1905)

[174] G A Hemsalech, Sur une methode simple pour l'etude des étincelles oscillantes C R **140** p 1103—1105 (1905)

[175] G A Hemsalech, Sur les spectres respectifs des différentes phases de l'étincelle oscillante C R **141** p 1227—1230 (1905)

[176] J Schniederjost, Das Bandenspectrum der Luft Zs f wiss Photogr **3** p 202 bis 203 (1905)

[177] B Walter, Ueber eine von den Strahlen des Radiotellurs in der atmospharischen Luft erzeugte neue Strahlung Ann d Phys (4) **17** p 367—374 (1905)

[178] B Walter und R Pohl, Ueber das Eigenlicht des Radiumbromids Ann d Phys. (4) **18** p 406—409 (1905)

[179] E R Drew, The infra-red spectrum of CO_2 and nitrogen Phys Rev **21** p 122 bis 128 (1905) Band im Ultraroth?

[180] J E Purvis, Experiments on the band-spectrum of nitrogen in a strong magnetic field Proc Cambr Phil Soc **13**, 6 p 354—355 (1906) Bandenspectrum im Magnetfeld

[181] F Himstedt und G Meyer, Spectralanalyse des Eigenlichtes von Radiumbromidkrystallen Ber naturf Ges Freiburg i Br **16** p 13—17 (1907), Phys Zs **6** p 688—689, **7** p 762—763 (1906)

[182] W W Coblentz, Infra-red emission spectra of vacuum tubes Physic Rev **20** p 395—399 (1905), Physical Rev **22** p 1—30 (1906)

[183] B Walter, Ueber das Spectrum des electrischen Hochspannungslichtbogens in Luft Ann d Phys (4) **19** p 874—876 (1906)

[184] K v Mosengeil, Phosphorescenz von Stickstoff und von Natrium Ann d Phys (4) **20** p 833—836 (1906)

[185] W Hermann, Zur Spectroscopie des Stickstoffs (Dopplereffect, positive Stickstoffionen) Physik Zs **7** p 567—569 (1906)

[186] N Vaccaro, Lo spettro del azoto nel campo magnetico Nuovo Cim (5) **11** p 222 bis 226 (1906) Einfluss des Magnetfeldes

[187] H Geiger, Strahlungs-, Temperatur- und Potentialmessungen in Entladungsrohren bei starken Stromen Ann d Phys (4) **22** p 973—1007 (1907)

[187a] E E Lawton, Wave-lengths and structural relations of certain bands in the spectrum of nitrogen Americ J (4) **24** p 101—108 (1907) Messungen in der zweiten positiven Gruppe

[187b] M. Cantone, Sullo spettro di emissione dei gas rarefatti trovantisi alla temperatura dell' aria liquida. Rendic. acc. dei Lincei (5) **16**, I p. 901—905 (1907). Einfluss niedriger Temperatur.

[188] J. Stark und F. Giesel, Die Lichtemission von Luft und Helium unter dem Einfluss der α-Strahlen. Physik. Zs. **8** p. 580—583 (1907).

[189] G. Gehlhoff, Ueber Kathodengefälle und Spectren einiger zusammengesetzter Gase. Dissert. Berlin 1907, Ann. d. Phys. (4) **24** p. 553—578 (1907).

[190] A. Hagenbach, Spectre à bandes de l'azote donné par l'arc voltaique dans l'air à basse pression. Arch. sc. phys. et nat. (4) **26** p. 328—330 (1908).

[190a] J. P. Donaghey, Ueber das Spectrum des Stickstoffs in Geissler'schen Röhren, die auf tiefe Temperatur abgekühlt sind. Dissert. München 1908, bei Schmidt-Bertsch, 39 pp.

[191] F. Himstedt und H. von Dechend, Ueber Spectralanalyse des Glimmlichtes in verschiedenen Gasen. Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br. **17** p. 127—129 (1908), Physik. Zs. **9** p. 852—853 (1908).

[192] A. Dufour, Sur les changements de longueur d'onde des raies des spectres d'absorption des vapeurs d'hypoazotide et de brome sous l'influence d'une variation de pression. Le Radium **5** p. 86—93 (1908).

[193] A. Dufour, Sur le pouvoir rotatoire magnétique de la vapeur de fluorure de calcium et de la vapeur d'hypoazotide au voisinage de leurs bandes d'absorption. C. R. **147** p. 1471—1472 (1908).

[194] C. de Watteville, Ueber die Flammenspectren einiger Metalloide. Zs. f. wiss. Photogr. **7** p. 279—285 (1909).

[195] E. Warburg und G. Leithäuser, Ueber die Analyse der Stickoxyde durch ihre Absorptionsspectra im Ultraroth. Ann. d. Phys. (4) **28** p. 313—325 (1909).

[196] Sir N. Lockyer, F. E. Baxandall and C. P. Butler, On the origin of certain lines in the spectrum of ε Orionis (Alnitam). Proc. Roy. Soc. A **82** p. 532—545 (1909).

[197] H. von Dechend, Spectralanalytische Untersuchung des Glimmlichts an Spitzen. Dissert. Freiburg i. Br. 1900. Bei A. Wagner. 41 pp.

[198] A. Hagenbach, Spectroscopische Untersuchungen des Bogens unter verminderten Druck. Physik. Zs. **10** p. 649—657 (1909).

[199] Vilh. Berglund, Eine spectrophotometrische Untersuchung der positiven Glimmlichtsäule in Stickstoff und Wasserstoff. Dissert. Upsala 1908. * Beibl. **33** p. 667—668 (1909).

[200] A. Zehden, Ueber die relative Helligkeit der Farben electrisch glühender Gase bei Wechsel von Druck und Stromstärke. Dissert. Rostock 1909, bei Adlers Erben.

[201] R. von der Helm, Über den langwelligen Theil des Bandenspectrums des Stickstoffs. Dissert. Bonn 1910.

Für den Stickstoff sind eine ganze Anzahl verschiedener Spectra bekannt, deren Ursprung aber zum Theil noch unklar ist. Wir haben erstlich ein Linienspectrum, welches zweifellos für N selbst characteristisch ist, dann aber sind sicher fünf verschiedene Bandenspectra constatirt, — vielleicht noch vier weitere, — von denen zwei dem Stickstoff an der Anode, eines dem Stickstoff an der Kathode zugeschrieben werden, während von den beiden übrigen das eine einer Verbindung N + O zugerechnet wird, das andere bisher als Ammoniakspectrum beschrieben worden ist.

Ich will im Folgenden die Literatur für die einzelnen Spectra gesondert besprechen, indem ich das Linienspectrum, die vier ersten Bandenspectra und das Ammoniakspectrum von einander trenne.

I. Linienspectrum.

Das Linienspectrum des Stickstoffs ist schon sehr früh gesehen, wenn auch nicht als solches erkannt worden; es tritt auf, wenn condensirte Funken durch Luft hindurchgehen, ist im Wesentlichen identisch mit dem „Luft-

spectrum“ Ångström [4] hat wohl zuerst eine Zeichnung des Luftspectrums geliefert, und giebt an, es sei identisch mit dem Spectrum des Funkens durch reinen Stickstoff, — was ja freilich nicht ganz richtig ist — Dann ware Alter [5] zu nennen, und van der Willigen [8]

Die ersten Messungen nach willkurlicher Scala macht Kirchhoff (13) und zwar nur fur das Luftspectrum Huggins [20] geht schon einen Schritt weiter, indem er neben dem Funken durch Luft auch den in N und O beobachtet, und so den Ursprung der einzelnen Luftlinien feststellt Stokes [15] beobachtet zuerst auf fluorescirenden Schirmen Linien des Luftspectrums im Ultraviolett, und giebt eine kleine Zeichnung des Spectrums

Plucker und Hittorf [22] wenden zuerst Geisslerrohren an, um das Linienspectrum des Stickstoffs zu erzeugen Sie besprechen in der Abhandlung hauptsachlich das Bandenspectrum ausfuhrlich, das Linienspectrum erhalten sie, indem sie condensirte Entladungen durch das Geisslerrohr senden, oder von dem eigentlichen Funken durch Luft, wahrend dessen Aureole die Banden zeigt Eine Tafel giebt die Hauptlinien. Wenn der Druck im Rohr hoch ist, 250 mm, und die Batterie stark genug, um nichtcondensirte oder besser condensirte Entladungen durch das Rohr zu treiben, so sind die Linien stark verbreitert und der Grund heller „the spectrum was progressing towards a continuous one“ Thalen [24] bringt eine Zeichnung des Luftspectrums und des Linien- und Bandenspectrums des N, spater giebt Thalén [26] eine weit linienreichere Zeichnung des Luftspectrums nebst Messungen, den ersten nach Wellenlangen

Auch Brasack [21, 25] beschaftigt sich eingehend mit dem Spectrum des Funkens in Luft, untersucht auch gleichzeitig O und N, giebt aber seine Resultate nur nach willkurlicher Scala in einer schlechten Zeichnung

Wullner hat sich zu wiederholten Malen mit N beschaftigt, ohne indessen etwas zur Kenntniss der Spectra beizutragen In der ersten Abhandlung [27] constatirt er nur, dass ohne Leidener Flasche in Geisslerrohren das Bandenspectrum, mit Flasche das Linienspectrum sichtbar sei In der zweiten [28] wird der Einfluss des Druckes beschrieben Ohne Flasche ist bei kleinem Druck nur das Bandenspectrum sichtbar Mit Druckzunahme wird es immer schwacher, bei 260 mm tritt die hellste Linie des Linienspectrums manchmal auf, bei 500 mm sind beide Spectra abwechselnd sichtbar Bei noch hoherem Druck sind nur Linien zu sehen, zuerst die im Grun und Blau, dann die im Gelb, endlich die im Roth Mit Leidener Flasche sind die Erscheinungen analog, aber heller — Die Druckangaben haben naturlich nur Bedeutung fur die von Wullner gerade benutzten Rohren und Entladungen

In einer spateren Abhandlung [44] vertritt Wullner die Ansicht, das Bandenspectrum entspreche der Glimmentladung, das Linienspectrum der Funkenentladung, was entweder uberhaupt nichts besagt oder falsch ist Noch unglucklicher sind freilich die letzten Abhandlungen [66, 95], in welchen Wullner behauptet, das Bandenspectrum wandle sich mit zunehmender Dichte

ganz allmählich in ein Linienspectrum um. „Das Bandenspectrum geht ganz schrittweise in ein Linienspectrum über, welches indess nicht das Linienspectrum des Funkens ist, sondern mit demselben nur eine gewisse Anzahl von Linien gemein hat. Bei diesem Uebergange kann man dann gleichzeitig an mehreren Stellen in besonders auffallender Weise die mit steigender Temperatur allmählich eintretende Verschiebung der Maxima der Helligkeit verfolgen, welche bewirkt, dass in diesem Linienspectrum die Linien keineswegs an der Stelle der Helligkeitsmaxima im Bandenspectrum liegen." — Alle diese Angaben beruhen ausschliesslich auf unexacten Beobachtungen, es ist keine Rede von einer Verschiebung oder der Existenz eines zweiten Linienspectrums. Zu Wüllner's Anschauungen vergl. Bd. II p. 243 ff.

Lecoq [31] unterscheidet die positiven Banden, die negativen Banden und das Linienspectrum des eigentlichen Funkens (trait de feu), in letzterem misst er 13 Linien. Später [50] folgen genauere Messungen. Secchi [33] bemerkt nur, dass in einem Geisslerrohr gleichzeitig Banden- und Linienspectrum beobachtet werden könne, ersteres in den weiten Theilen, letzteres in der Capillare. Die Spectra seien durch die verschiedene Temperatur bedingt.

Villari [34] untersucht den Einfluss des Druckes bis zu 7 Atm. Bei höherem Druck verschwinden viele Linien, die bei niedrigem Druck vorhanden waren, das Spectrum strebt einem continuirlichen zu. Cailletet [43] geht bei ähnlichen Versuchen bis zu 40 Atm.

Im Zusammenhang mit Untersuchungen über das Nordlicht giebt H. C. Vogel [39] Messungen des Stickstoffspectrums, die indessen sehr ungenau sind und ein Gemisch von Banden und Linien zu sein scheinen. Salet [46] bestätigt die Zahlen von Thalén [26]. Die Messungen von Greenwich [54] sind ebenfalls sehr ungenau, enthalten namentlich Banden, daneben einige Linien.

Cazin [57, 58, 59] bespricht wieder den Druckeinfluss auf das Funkenspectrum im Stickstoff: von 2 Atm. an sieht man nur 6 Linien zwischen Orange und Blau und 5 sehr unscharfe Banden jenseits. Bei 10 Atm. sind nur 567 und 500 übrig, und es sei eine neue, bei niedrigem Druck nicht sichtbare Linie bei 424 erschienen. Bei 15 Atm. scheint das Spectrum continuirlich zu sein.

Den ersten Versuch, das ultraviolette Spectrum auf photographischem Wege zu messen, macht H. W. Vogel [67], er erhält auch eine Menge „Linien", die indessen die Kanten der zweiten positiven Gruppe sind, soweit die ungenauen Messungen erkennen lassen, sind nur zwei oder drei Linien beobachtet.

Eine in den Nebelflecken von Huggins beobachtete Linie hatte man anfangs für eine Stickstofflinie gehalten, nun erhob sich die Frage, woher nur diese eine Linie sichtbar ist. Von diesem Gesichtspunkt aus untersucht Fievez [68], welche Linien übrig bleiben, wenn man ein Stickstoffspectrum

abschwacht Die Frage hat heute keinerlei Interesse mehr, da wir wissen, dass es sich hier nicht um N handelt.

Neovius [102] misst photographisch das Funkenspectrum der Luft, des N und O zwischen 5768 und 3703 In den Tabellen fur N scheinen sich viele Argon-Linien zu finden Er giebt weiter die Messung eines Stuckes der Banden des negativen Pols.

Liveing und Dewar [107] lassen Funken durch verflussigte Gase schlagen Im Stickstoff sehen sie ein continuirliches Spectrum und einige Linien von den Platinelectroden, daneben eine sehr unscharfe Linie bei 501 und Spuren von Banden im Blau Wird die eine Electrode uber die Flussigkeit gebracht, so wird 501 starker. Bei Einschalten von Capacitat treten zahlreiche Linien auf

Demarçay (108) giebt an, dass Funken nach concentrirter Salpetersaure deutlich das Linienspectrum des N geben Trowbridge und Richards [110] machen Bemerkungen uber die Einwirkung der Leidener Flasche auf das Stickstoffspectrum, die langst bekannt sind

Moissan und Deslandres [114] finden in Luft und Stickstoff bei kleinem Druck (1 mm) die unbekannten Linien 4151 7(7), 4143 7(3), 4110 0(4), 4108 0(4), 4100 5(2), die mit Beseitigung des N verschwinden Es seien entweder Linien von N, die fur kleinen Druck characteristisch sind, oder Linien eines neuen Elementes

Hemsalech [123] giebt ausgedehnte Tabellen der Luftlinien zwischen 5747 und 3713 mit Angabe der Intensitaten bei Electroden von verschiedenem Material Die Zahlen stimmen im Allgemeinen sehr gut mit denen von Neovius [102] Exner und Haschek [126, 136] messen das Spectrum des Funkens zwischen Gaskohleelectroden in Stickstoff

Hagenbach und Konen [171] geben in ihrem Atlas Abbildungen fur das Linienspectrum im Vacuumrohr und im Luftfunken. (Abbildung 229 und 239)

Eine Abhandlung von Lockyer, Baxandall und Butler [196] beschaftigt sich mit dem Vorkommen von N-Linien in Sternen Es wird dabei gefunden, dass die Linien 4097 4 und 4103 5, die gewohnlich schwach sind, bei sehr starken Entladungen unverhaltnissmassig an Intensitat gewinnen, ahnlich verhalt sich die Linie 4379 8.

Es sind noch einige Arbeiten zu erwahnen, welche sich mit Kanalstrahlen in Stickstoff beschaftigen Goldstein [90], Stark [169], Stark und Hermann [170], Hermann [185] Danach zeigen eine ganze Anzahl Linien den Dopplereffect, die Banden nicht Hermann sucht dabei einzelne Gruppen von Linien heraus, die sich von einander verschieden verhalten

Endlich ist ein Versuch von Berndt [133] zu nennen, den Einfluss des Magnetfeldes zu untersuchen Er findet, die Banden wurden schwacher, — wohl wegen Aenderung der Stromdichte, ein Zeeman-Effect war wegen Schwäche des Spectrums nicht zu beobachten

Ich gebe im Folgenden eine Tabelle des Linienspectrums des Stickstoffs Dasselbe ist noch sehr oberflachlich bekannt Merkwurdiger Weise liegen gar

keine Messungen im Geisslerrohr vor, sondern nur solche des Funkens bei Atmospharendruck Dabei haben sich die meisten Beobachter damit begnugt das Spectrum des Luftfunkens zu messen, Neovius giebt an, welche Linien desselben zu N und welche zu O gehoren, und seine Angaben werden von den ubrigen benutzt Exner und Haschek haben Funken in N beobachtet, aber ihr Gas scheint unrein gewesen zu sein, da sie, wo die Messungen von Neovius aufhoren, die meisten Linien als vielleicht auch zu Sauerstoff gehorig bezeichnen Auch ihre Messungen gehen nicht weiter als bis 333, dahinter hort die Kenntniss des Stickstoffspectrums vollig auf

Wenn so im Gebiet kurzer Wellen alles fehlt, so sind auch im langwelligen Theil die Kenntnisse offenbar hochst unvollkommen Huggins und Thalen haben hier einige wenige Linien, ein paar weitere kann man dem Atlas von Hagenbach und Konen entnehmen, endlich hat Watts in seinem Index einige Linien von Plucker und Hittorf nach deren Zeichnung berechnet Salet hat auch eine Liste veroffentlicht, aber es sind die Zahlen von Thalen Endlich haben auch Trowbridge und Hutchins ein Spectrum veroffentlicht, welches angeblich die Sauerstofflinien geben soll, aber auch Linien enthalt, welche nach Neovius zu N gehoren

Ich gebe in der Tabelle die Linien von Neovius, welche er bei Funken in N erhalten, er bezeichnet mit 5 die schwachsten, mit 1 die starksten Linien, verwendet daneben Bezeichnungen wie 2,3 oder 3,2 u s w Ich habe sie auf die ubliche Scala von 1 bis 10 umgerechnet Einige Linien sind mit einem * versehen, das bedeutet, dass sie auch Sauerstofflinien sein konnen — Eine grosse Anzahl der schwachen Linien stimmen ziemlich gut mit den starksten Linien von A nach den Messungen von Eder und Valenta und von Kayser uberein Bei der geringen Genauigkeit der Messungen von Neovius kann man aber nicht entscheiden, ob es zufallige Coincidenzen sind — Viele Linien bezeichnet Neovius als Band, da aber an den betreffenden Stellen keine bekannten Bander des Stickstoffs liegen, kann es sich nur um einseitig verbreiterte Linien handeln, ich habe sie in der Tabelle mit u bezeichnet — Von Hemsalech's Luftspectrum sind die Linien genommen, die mit N-Linien von Neovius ubereinstimmen; dasselbe gilt von Thalén Von Hartley und Adeney, deren Zahlen ich nur fur die letzte Strecke anfuhre, wo sonst nur Exner und Haschek vorhanden sind, sind ebenso die Linien nach Exner und Haschek ausgesucht — Fur den langwelligen Theil konnte man ebenso aus den Messungen von Kretzer und Schwetz fur das Luftspectrum genauere Zahlen erhalten Man vergleiche daher die Tabellen fur das Luftspectrum, dieser Band pag 38

Die Tabelle folgt auf pag 823

2 Bandenspectrum.

Die erste freilich sehr unklare Beschreibung der Bandenspectra liefert Dove [7], welcher in einem Geisslerrohr mit N an den beiden Electroden

verschiedene Erscheinungen sieht. Besser ist schon die Beschreibung von van der Willigen [8], er sieht abschattirte Bänder, in denen „Rippchen“ auftreten, am positiven und negativen Pol seien verschiedene Banden, die sich freilich zum Theil mischen. Er giebt eine Zeichnung der Spectra. — Auch die Beschreibung von Plücker [9] für die Banden und Linien im Blau ist noch recht unklar, indessen giebt er schon Messungen und bemerkt, dass die Kanten regelmässig gelagert sind. Das Licht in der Capillare sei röthlich-violett, in den weiteren Rohrtheilen ebenfalls, nur schwächer, an der Kathode aber schon violett. Bald darauf [11] erwähnt Plücker auch die Banden im Roth, deren er 17 zählt, und die von anderer Natur seien, als die blauen.

Eine Angabe von Chautard [19], bei Schwächen des erregenden Stromes verschwänden zuerst die rothen und orangefarbigen Banden, dann die violetten, die grünen und gelben blieben am längsten sichtbar, hat wohl keine andere Bedeutung, als dass unser Auge für Grüngelb am empfindlichsten ist.

Die erste eingehende Untersuchung des Geisslerrohr-Spectrums liefern dann Plücker und Hittorf [22], und die Abhandlung ist von einer farbigen Darstellung des ganzen sichtbaren Bandenspectrums begleitet. Wenn bei einem Druck von 40 bis 80 mm nicht condensirte Entladungen durch das Rohr gehen, sehen die Verfasser das Bandenspectrum. Der kurzwellige Theil besteht aus cannellirten Banden, welche sie mit 4 Prismen in Linien auflösen; in einem Bande zählen sie 34 „dunkle Zwischenräume“, und im ganzen 17 Bänder. — Im weniger brechbaren Theil sehen sie anders gebaute Bänder, meist 18, die durch einen dunkeln Zwischenraum von der andern Gruppe getrennt sind. Ist aber das Spectrum besonders gut entwickelt, so können sie in der ersten Gruppe 34 Bänder zählen, welche bis an die andere Gruppe heranreichen. Vom einundzwanzigsten Bande an beginne die grüne Farbe. Sie beschreiben dann das Aussehen und die Auflösung dieser Bänder mit grosser Dispersion, die grünen Bänder sahen etwas anders aus, als die rothen und gelben. In der Mitte des Spectrums fallen beide Gruppen zusammen, wodurch das Bild unklar wird, es hängt ganz von den besonderen Umständen ab, welche von den Gruppen stärker sei und weiter reiche, manchmal sieht man die rothe Gruppe bis $H\beta$, manchmal die kurzwellige Gruppe schon von D an.

Nachdem die Autoren dann besprochen haben, dass N ausserdem ein Linienspectrum besitze, welches bei Einschalten einer Leidener Flasche auftrete, und dass man nach Belieben von demselben Rohre das eine oder andere Spectrum erhalten könne, suchen sie die beiden Gruppen des Bandenspectrums zu trennen. Sie finden, dass in einer weiten Capillare bei einem Druck von 10 mm die uncondensirte Entladung nur die langwellige Gruppe erzeugt, ein zugeschalteter Condensator aber die zweite, die kurzwellige Gruppe hervorruft. Die erste Gruppe entspreche also niedriger Temperatur, die zweite höherer, das Linienspectrum der höchsten.

Funken in Luft zeigen eine Aureole, bläst man diese auf die Seite oder

lenkt sie durch ein Magnetfeld ab, so erhält man goldgelbe und blaue Schichten, welche ebenfalls die Gruppen isolirt zeigen — Es ist auffallend, dass Plücker und Hittorf bei der offenbar sehr eingehenden Untersuchung das besondere Spectrum des negativen Pols nicht bemerkt haben

Schimkow [23] beobachtet Funken der Holtzschen Maschine in Luft, findet nur die zweite blaue Gruppe der Banden, während im Geisslerrohr auch die erste Gruppe sichtbar sei Entgegen Plücker und Hittorf findet er, dass bei sehr schwachem Strome im Geisslerrohr zuerst die zweite Gruppe auftritt, bei stärkerem die erste hinzukommt

Thalén [24] liefert eine Zeichnung des Spectrums von B bis H In ihr sind 3 Banden als zum negativen Pol gehörig bezeichnet, die erste Gruppe zerfällt nach der Zeichnung in drei Untergruppen, reicht von B [687] bis b [518], von wo die zweite Gruppe beginnt

Brasack [25] beschreibt das Spectrum des positiven und negativen Pols in Luft bei 2 mm Druck Er findet sie verschieden, aber äusserst lichtschwach, giebt Winkelmessungen — Wüllner [27] untersucht Luft im Geisslerrohr mit uncondensirter Entladung bei 46 mm Druck sieht er fast nur die zweite Gruppe, bei 30 mm beginnt auch die erste zu erscheinen, bei 5 mm ist das ganze Spectrum am hellsten, um bei noch weiterer Verdünnung zu verblassen In einer zweiten Abhandlung wendet Wüllner [28] höheren Druck an, findet, dass dann das Linienspectrum aufträte, während die Banden verschwinden

Lecoq [29] geht als erster näher auf die Structur der Banden ein, die er freilich mit viel zu kleiner Dispersion beobachtet und misst Die Banden seien deutlich im Roth, Gelb, Blau und Violett, aber confuse im Grün Es seien zwei Serien vorhanden, die erste liege im Roth, Gelb und Grün, jedes Band bestehe aus zwei nebligen Linien Die zweite Serie reicht von Grün bis Violett, jedes Band zeigt auf der langwelligen Seite eine neblige Linie, dann ein Band von abnehmender Helligkeit Lecoq misst nun für die erste Serie die Mitte der beiden Linien, für die zweite Serie die Anfangslinie. Er meint irrthümlich, die beiden Serien seien harmonisch zu einander, die Wellenlängen stünden im Verhältniss von 3 4

Nachdem Secchi [30] wieder einen Unterschied der Spectra in verschiedenen Theilen des Geisslerrohrs bemerkt hat, findet Lecoq [31] einen solchen auch im Funken in Luft Er unterscheidet 1) das Spectrum der Aureole, die vom positiven Pole ausgehe, 2) das blaue Licht des negativen Pols, 3) den eigentlichen Funken Die Aureole zeige das Spectrum, welches in Capillaren sichtbar ist, und welches er in der vorigen Abhandlung [29] gemessen hat Das Licht am negativen Pol zeigt ausser den genannten Banden noch eine Reihe anderer, deren Kanten angegeben werden Der Funke endlich zeigt Linien — Secchi [33] erwähnt, dass er gleichzeitig Linien- und Bandenspectrum erhalten habe, ersteres in der Capillare, letzteres in den weiten Theilen des Geisslerrohrs

Auch Stoney [37] sucht nach Gesetzmässigkeiten im Bandenspectrum,

er erwartet nach der damals üblichen Anschauung harmonische Beziehungen, und findet auch, dass sich die 35 Banden der blauen Gruppe als der 1960 ste bis 1995ste Oberton einer Grundschwingung darstellen lassen. Dass so hohe Ordnungszahlen alle Bedeutung verlieren, habe ich anderweitig besprochen. (Vergl. Band II p. 473.)

Ångstrom[1]) hatte erklärt, einfache Gase könnten kein Bandenspectrum haben, sondern diese gehörten stets zu einer Verbindung, häufig zu Oxyden. Als nun Schuster [40] in eine Röhre mit Stickstoff Natrium brachte, der bekanntlich den Sauerstoff an sich reisst, und sah, dass die Banden verschwinden, dafür Linien auftreten, lag für ihn die Deutung sehr nahe, das Bandenspectrum gehöre zu einem Stickoxyd, gar nicht zu N selbst. — Gegen diesen Schluss erhob sich von verschiedenen Seiten Widerspruch. Wullner [47] fand bei Wiederholung des Versuches, dass sowohl Linien- wie Bandenspectrum bestehen bleibe. Auch Stearn [48] ist mit Schuster's Deutung nicht einverstanden, da in dem erscheinenden Linienspectrum viele der sonstigen N-Linien fehlen, dafür unbekannte vorhanden seien. Schuster [49] giebt letzteres zu, meint aber an seiner Deutung festhalten zu sollen.

Die Aufklärung der Erscheinung ist erst später durch Salet [55] erfolgt: er konnte nachweisen, dass unter dem Einfluss electrischer Entladungen Na den Stickstoff absorbirt und eine braune Verbindung bildet. Dadurch sinkt der Druck soweit, dass das Linienspectrum auftritt, überlagert von fremden Linien, welche, wie Salet zeigt, zum Na und dessen Verunreinigungen gehören. Freilich war damit Wullner's abweichendes Resultat noch nicht erklärt, und viel später findet auch Warburg [100], dass Na den N nicht absorbire. Die volle Aufklärung bringt dann Zehnder [106], der bemerkt, dass die Absorption erst eintritt, wenn Na in die Nähe der Kathode gelangt. — Auch Schuster [69] hat die Zugehörigkeit der Banden zu N anerkannt.

Wullner [44] beschäftigt sich weiter mit Stickstoff, er meint, nicht verschiedene Temperatur bedinge Linien- oder Bandenspectrum, sondern die Art der Entladung: das Bandenspectrum entspreche der Glimmentladung, das Linienspectrum dem Funken. An der negativen Electrode trete oft beides gemeinsam auf, einzelne Banden seien dort freilich viel heller, als gewöhnlich. H. C. Vogel [39] veröffentlicht einige wenig genaue Messungen.

Salet [46] findet, dass Ammoniak im Geisslerrohr ebensogut das Bandenspectrum liefere, wie Luft oder N, das sei beweisend für die Zugehörigkeit zu N selbst, nicht zu N + O. Er giebt ungefähre Messungen einer Anzahl von Kanten zwischen 6775 und 3995.

Lecoq [50] bespricht in seinem Buche Funken in Luft: mit mässigem Funken erhält man bis in die Nähe des negativen Pols das Bandenspectrum, welches fast identisch mit dem einer Capillare mit N ist. Ist der Funke lang oder condensirt, oder wird er auf die Seite geblasen, so erhält man das Linien-

1) A. J. Ångstrom, Sur les spectres des gaz simples. C. R. 37. p. 369—375 (1871).

spectrum. Dies Spectrum wird gezeichnet, wie man es mit kleiner Dispersion sieht, und gemessen, die Messungen sind etwas besser, als die früheren von Lecoq [30]. Ferner giebt er Zeichnung und Messung des Spectrums am negativen Pol: es treten ausser den vorigen Banden einige neue auf, namentlich bei 520, 470, 430.

Chautard [51] giebt an, im Magnetfelde verschwanden die langwelligen Banden des Spectrums. Das kann wohl nur davon herrühren, dass die Entladungsdichte vergrössert wird.

Die Frage nach dem Ursprung des Bandenspectrums wird eingehend in der berühmten Abhandlung von Ångström und Thalen [53] behandelt. Die Zugehörigkeit zu N selbst leugnen die Autoren. Ueber das Spectrum des negativen Poles wissen sie nichts zu sagen, das des positiven Poles aber gehöre zu einer Verbindung von N mit O, durch eine Lösung von Eisensulfat könne man leicht nachweisen, dass sich Stickstoffbioxyd bilde. Diesem werde also das Spectrum zuzuschreiben sein, nicht der Untersalpetersäure, da es keine Aehnlichkeit mit dem bekannten Absorptionsspectrum habe. Die Abhandlung ist von vorzüglichen Zeichnungen begleitet, und von Messungen, die für die damalige Zeit hervorragend gut waren. Bei den langwelligen Banden von 6870 bis etwa 515 werden von jeder Bande drei besonders starke gesetzmässig gelagerte Linien gemessen, von den folgenden bis 3952 hin nur die erste Kante. Alle Banden sind noch Violett abschattirt. Das Spectrum des negativen Pols ist ebenfalls abgebildet und gemessen, es zeigt drei Bandengruppen bei 5227, 4709 und 4281. — Auch Ångström und Thalén bemerken, dass der langwellige und der kurzwellige Theil je nach den Bedingungen in erheblich verschiedener Intensität auftreten, so dass man argwöhnen könne, sie gehörten zu verschiedenen Stoffen.

Von Greenwich [54] werden ungenaue Messungen der Banden veröffentlicht. Die Gruppe der dichten Banden reicht danach von 6038 bis 5171, dann beginnt die zweite Gruppe breiterer Banden. — Goldstein [56] veröffentlicht Bemerkungen zu den N Spectren, die nicht recht verständlich sind. Er sagt: „Es ist mir gelungen, in N, Luft oder Wasserstoff durch sehr starke Verdünnung oder durch Verstärkung der Entladungsintensität das Spectrum des positiven Lichts in ein Spectrum des Kathodenlichts überzuführen". Das soll wahrscheinlich nichts anderes besagen, als die wohlbekannte Thatsache, dass bei wachsender Verdünnung das positive Licht sich nach der Anode hin zusammenzieht, das negative sich ausbreitet, und dementsprechend in bestimmten Theilen der Röhren die positiven Banden durch negative ersetzt werden.

Cazin [57, 58] stellt N auf alle möglichen Arten her: 1) aus Luft durch Ueberleiten über glühendes Kupfer, Kalilauge, Phosphorsäure, 2) aus Luft, in der metallisches Na erhitzt wird, 3) aus Cyan durch Leiten über glühendes Eisen und Na, 4) aus NO_2, das durch Kalilauge, schweflige Säure, Chlorcalcium, glühendes Kupfer, Liebigsche Kalirohre, Phosphorsäure geht, 5) aus

Ammoniak, welches uber gluhendes Eisen, Kupferoxyd, Kaltemischung, Liebigsche Kalirohre, Phosphorsaure geht Immer treten das positive und negative Bandenspectrum und das Linienspectrum auf Aus zahlreichen Versuchen wird geschlossen „Les trois spectres attribués à l'azote et les trois formes lumineuses qui composent l'étincelle ont une cause commune qu'il faut rechercher dans l'etat electrique des fils de décharge, le mode des vibrations lumineuse depend de cet état, aussi bien que de la nature du gaz"

Schuster (62) sagt, es sei zweifellos, dass die verschiedenen Spectra auf verschiedener Structur des Molecels beruhten Diese Verschiedenheit werde aber nicht durch Unterschiede der Temperatur hervorgebracht Denn am negativen Pol sehe man Spuren des Linienspectrums, das sonst in der Capillare auftritt, wenn eine Leidener Flasche eingeschaltet ist Die Temperatur am negativen Pol musste also zwischen denen der Capillare mit und ohne Leidener Flasche liegen Durch passende Stromstarke kann man nun in der Capillare das Linienspectrum, in den weiten Theilen das positive Bandenspectrum erhalten, an den Grenzen hat man beide Spectra gemischt Wenn das negative Spectrum von der Temperatur bedingt wurde, so musste es an diesen Grenzen auch sichtbar sein, da nach dem Vorigen seine Temperatur zwischen der des Linienspectrums und des positiven Bandenspectrums liegt Es ist aber hier nie sichtbar, folglich konne es nicht durch besondere Temperatur bedingt sein, sondern wohl durch eine chemische Wirkung Spater [80] will Schuster das Auftreten der beiden Bandenspectra an den Polen als Beweis einer electrolytischen Leitung auffassen

Ungluckliche Anschauungen aussert Wullner [66], wenn er den „allmahlichen Uebergang" aus dem Banden- in das Linienspectrum behandelt Es lohnt sich nicht naher darauf einzugehen, man vergleiche Band II p. 244.

Den ersten Versuch, mit Hilfe der Photographie auch ins Ultraviolett vorzudringen, macht H W Vogel [67] Er kommt aber nur bis zur Wellenlange 365, die Messungen sind schlecht, er erkennt nicht, dass es sich um Banden handelt, sondern spricht von Linien

Crookes [70] bespricht den Einfluss des Druckes, wenn man diesen allmahlich verringert, so beginnt bei 55 mm das Bandenspectrum zu erscheinen, und zwar zuerst die rothen und gelben Banden, wahrend die blauen ausserst schwach sind Ihre Helligkeit wachst bei abnehmendem Druck, bei 1 14 mm seien sie am hellsten, dann beginnen Linien aufzutreten Alle solche Angaben haben bekanntlich nur Bedeutung fur die gerade benutzten Apparate, bei anderen Rohrenweiten oder Stromstarken u s w erhalt man andere Zahlen

Liveing und Dewar [78] erhalten zum ersten Mal die N-Banden in einer Flamme, und zwar, wenn sie Cyan mit Sauerstoff brennen dann treten Banden bei 2718, 2588, 2479, 2373 auf Dieselben Banden beobachten sie auch, wenn der Kohlebogen in einem Magnesiablock brennt Damit sind zum ersten Mal Banden der dritten Gruppe erhalten worden

Smyth [79] misst in kauflichen Geisslerrohren das Bandenspectrum mit kleiner Dispersion Da er seine Angaben in reciproken englischen Zoll macht, sind die Messungen nie berucksichtigt worden Von Interesse ist, dass in einem Anhang A Herschel auf den gesetzmassigen Bau der Triplets hinweist, die in den Banden der zweiten Gruppe vorhanden sind

Hasselberg [72] hatte fruher die Bemerkung veroffentlicht, die gewohnliche Angabe, die N-Banden seien am hellsten bei 8—10 mm Druck, sei falsch, wenn das Gas sehr trocken sei, trete das Optimum bei viel niedrigerem Druck auf Nun [83] liefert er die erste genauere Messung dieses Spectrums zwischen den Grenzen 6622 und 3950, wobei nicht nur die Kanten, sondern soweit moglich alle einzelnen Linien gemessen werden Die Beobachtungen geschehen theils mit dem Auge, theils photographisch Neben den positiven Banden werden auch die negativen gemessen Hasselberg meint, das positive Bandenspectrum, das negative Bandenspectrum und das Linienspectrum seien drei Stufen, die steigender Temperatur entsprechen und auf Dissociation beruhen

Die Abhandlung ist von schonen Tafeln begleitet, welche zum ersten Mal ein einigermaassen richtiges Bild des Spectrums geben Namentlich die kurzwelligen Banden sind gut aufgelost und zeigen den schonen Aufbau aus lauter Triplets Fur die langen Wellen dagegen war die Dispersion lange nicht genugend Im Ganzen hat Hasselberg etwa 1600 Linien gemessen

Gleichzeitig beginnt auch Deslandres seine Untersuchungen uber das Bandenspectrum des Stickstoffs, durch welche er die Kenntnisse ganz ausserordentlich fördert In der ersten Abhandlung [85] sagt er, das ganze Spectrum zerfalle in drei Gruppen die erste gehe von 700—500, die zweite von 500—280, die dritte von 300—200 Diese drei Gruppen hatten ganz verschiedene Structur, ruhrten auch von verschiedenen Stoffen her Wenn man das Gas absolut frei von Sauerstoff mache durch Behandlung mit Na, so verschwinde der dritte Theil, er musse also zu N+O gehoren, wahrscheinlich zur Untersalpetersaure Deslandres meint weiter, die zweite Gruppe gehore zu N+H, wahrscheinlich zu Ammoniak, die erste zu N selbst oder zu einer anderen Verbindung von N+H Eine Zeichnung giebt das ganze Spectrum bei kleiner Dispersion und eine Bande jeder Gruppe bei grosser Dispersion In der ersten Gruppe scheint jedes Band aus der Uebereinanderlagerung dreier Bander zu entstehen, in der zweiten Gruppe ist jedes Band in eine Serie von Triplets aufgelost; in der dritten Gruppe scheint jedes Band zwei Kanten zu haben Als starkste Kanten der zweiten Gruppe werden 3579 und 3372 angefuhrt, als starkste Kanten der dritten Gruppe 2480 und 2371 — welche auch schon Liveing und Dewar [78] gefunden hatten

In einer zweiten Abhandlung [87] wird dann das Spectrum des negativen Pols besprochen und abgebildet Es erscheint bei mittlerem Druck nur am negativen Pol, breitet sich aber immer weiter aus, je kleiner der Druck wird.

Es ist bisher nur im sichtbaren Spectrum bekannt durch die drei Kanten-Gruppen von Lecoq und Ångström und Thalen, es liegen noch drei weitere Gruppen im Ultraviolett bei etwa 392, 359, 330, hier freilich immer uberdeckt von der zweiten Gruppe des positiven Pols Die Kante bei 293 ist die starkste des ganzen Spectrums Jede Bande lost sich in eine einfache Serie von Linien auf Die dritte Abhandlung [91] bringt genaue Besprechung der zweiten positiven Gruppe, die Schwingungszahlen der Kanten zwischen 549 und 278 $\mu\mu$ werden angegeben, und es wird gezeigt, dass sie sich in 5 identische Serien von Kanten ordnen lassen

In einer vierten umfangreichen Arbeit fasst Deslandres [92] alles zusammen und berichtigt einiges So lasst er die Annahme fallen, dass die erste und zweite Gruppe von N+H herruhre, da sie sowohl in NH_3 als in NO_2 auftreten Gegen diese Annahme hatte inzwischen schon Hasselberg [88] protestirt Ferner finden sich genauere Angaben uber die Structur der dritten positiven Gruppe, sowie die Wellenlangen der ultravioletten Spectra der zweiten und dritten positiven und der negativen Bandengruppe

Inzwischen hat auch Sundell [89] angenaherte Messungen der ersten Gruppe von 678 bis 391 veroffentlicht, ebenso Smyth [82], der noch weiter ins Roth gelangt, als Ångström und Thalen, aber wieder die Angaben in reciproken englischen Zoll macht Messungen von Wullner [95] fur die erste Gruppe sind schlecht, wahrend Ames [99] fur die zweite Gruppe genaue Werthe liefert Endlich geben Eder und Valenta [105] Messungen der zweiten Gruppe zwischen 4270 und 2953, welche sie im Funken in Luft zwischen nassen Holzkohlen erhalten

Es folgen nun eine Reihe einzelner Notizen Koch [95a] kuhlt ein Geisslerrohr mit Luft auf -100^0 ab, sieht aber keinerlei Aenderung des Spectrums Spater macht Cantone [187b] ahnliche Versuche bei der Temperatur der flussigen Luft Er findet Unterschiede, aber seine Beschreibung ist hochst unklar, zum Theil, weil er ein Spectroscop mit nur einem Prisma benutzt Nach seiner Beschreibung bleibt die erste Bandengruppe (er spricht freilich von Linien), unverandert, die zweite Bandengruppe werde ersetzt durch ein Linienspectrum Die Linien liegen aber an Stelle der Kanten der Banden, allerdings um etwa 5 A nach Roth verschoben Da diese Verschiebung zweifellos auf einer unrichtigen Beobachtung beruht, so kann man sein Resultat offenbar nur so angeben, dass die zweite Gruppe schwach wird, nur die Kanten sichtbar bleiben Man vergleiche weiterhin die Angaben von Goldstein [186]

Liveing und Dewar [107] erhalten bei Funken, die unter vermindertem Druck nach flussigem N von einer Platinspitze uberschlagen, Banden, wenn kein Condensator eingeschaltet ist, mit einem solchen Linien

Trowbridge und Richards [110] sagen, beim Durchgang continuirlicher Entladung durch ein Geisslerrohr zeigt sich bei jedem Druck rothes Licht, welches namentlich die rothen Banden enthalt Einschaltung einer

Funkenstrecke mache die rothen Banden schwacher, bis sie schliesslich fast verschwinden, wahrend die grunen und blauen Banden unverandert bleiben; das Licht wird dabei blaulich Durch Einschaltung einer Leidener Flasche wird das Licht blaugrun und das Linienspectrum tritt auf, werden durch Widerstand oder Selbstinduction die Schwingungen gedampft, so erscheinen die Banden wieder, aber das Licht ist blau-weiss, an den Electroden hellgelb

Hartley [111] erhalt in den Flammen von CO+O die Wasserdampfbanden, aber die Gruppe bei 3428 starker als die bei 3203, umgekehrt wie im Wasserdampf Er meint daher, vielleicht gehore die erstere zu einem Oxyd von N

Kalahne [112] bestimmt photometrisch die Intensitat des Bandes 606 als Function der Stromstarke, ahnliche Messungen an mehreren Banden macht Ferry [113]

Hemsalech [115] beobachtet, dass durch Einschalten von Selbstinduction aus dem Funken zwischen Metallen zwar die Luftlinien verschwinden (siehe diesen Band p 36), nicht aber die Banden Dasselbe findet Berndt [121], der dabei auch einige ausserst schlechte Messungen der Banden liefert Auch Hemsalech [122] fuhrt nun Messungen aus, die zeigen, dass es sich um Banden des negativen Pols handelt Daraufhin misst auch Berndt [131] mit grosserer Dispersion, bestatigt, dass es die negativen Banden seien, aber die Intensitatsverhaltnisse seien etwas andere, als im Geisslerrohr im Funken ist die Auflosung besser, die Banden erstrecken sich weiter Hemsalech [123] giebt in seiner Dissertation an, dass die Banden auch ohne Selbstinduction bei manchen Metallen, z B Cu und Ag, im Funken schwach auftreten, wahrend sie durch Selbstinduction besonders stark werden bei Zn, Cu, Al, Ag, schwach bei Sn und Sb. Er giebt eine ausfuhrliche Messung von 4278 bis 3769 — Auch Neovius [102] hat ein Stuck der Banden, 3914—3744, gemessen

Schmidt [117] findet, dass in Geisslerrohren sehr starke Strome namentlich die gelben Banden intensiv machen, wahrend eingeschaltete Funkenstrecke die blauen Theile verstarkt

Lewis [110] lasst Entladungen durch Rohren gehen, durch welche er Stickstoff fliessen lassen kann Er beschreibt zwei Arten des Leuchtens, — er spricht von Fluorescenz, — die er α- und β-Fluorescenz nennt Die Beschreibung ist nicht sehr klar, die beigegebenen Photographieen der Spectra sind zu schlecht, als dass man sich ein klares Bild machen konnte, es scheint sich im Wesentlichen darum zu handeln, dass in einem Falle, bei β, die Gruppe 3 von Deslandres starker auftritt, als im anderen Falle Bei Einfuhrung von Na verschwindet β — Weiter spricht er vom Nachleuchten in Stickstoff (Vergleiche Band I p 249) Bei Anwesenheit von O war weissliches Nachleuchten vorhanden, das Spectrum schien continuirlich, nach Entfernung des O trat gelbliches Licht auf, welches Banden angenahert bei 624, 578, 574, 541 zeigte, die vielleicht gewohnliche Stickstoff-Banden seien (?)

Im Anschluss an diese Arbeit bemerkt Goldstein [118], er habe beobachtet, dass, wenn man zu N Sauerstoff zufügt, die langwelligen Banden schwächer werden, wenn man Na-Dampf zu O fügt, werden die blauen und violetten Banden sehr schwach. Auch er hat das gelbe Nachleuchten bemerkt, es rühre von den sogen. Entladungshüllen her. Diese habe auch Hertz beobachtet und in dem gelben Lichte des N ein besonderes neues Bandenspectrum gesehen, wie er ihm mündlich mitgetheilt habe.

Hutchins [134] sieht im Bogen eine Kante bei 3914.47, die er für eine neue Cyanbande, zur Gruppe 3883 gehörig, hält, ferner eine Kante bei 4278.50, die zu der Cyanbande 4216 gehöre. Besonders stark werden die Banden im Cu-Bogen. Er will darin eine Beeinflussung des Cyanspectrums durch Kupfer sehen! Lewis und King [137] bemerken dem gegenüber, dass es sich um die negativen Stickstoffbanden handle. King hatte sie auch schon im Bogen, wenn man ihn anzündet, beobachtet, bei längerem Brennen verschwinden sie. Wahrscheinlich handelt es sich um dieselben Banden, wenn Trowbridge [127] in Geisslerröhren mit verschiedenen Gasen „Linien“ bei 4268 und 3922 erhalt.

Berndt [133] giebt an, wenn man ein Geisslerrohr in ein Magnetfeld bringe, würden die Banden schwächer, dagegen traten die Hg-Linien auf. Es kann sich wohl nur um geänderte Stromdichte handeln.

Crew und Baker [132] lassen den Bogen brennen, löschen ihn aus und lassen nun durch die Bogengase Funken gehen, 1/6 bis 12 1/2 Sekunden nach dem Auslöschen. Das Spectrum wird durch oftmalige Wiederholung des Versuchs photographirt. Nach 3/4 Sekunden erscheinen einige Luftlinien, dagegen sind N-Banden bei 3371.1 und 3158.7, sehr stark nach 1/6 Secunde, schwach nach 1/4 bis 1 Sekunde, verschwunden nach 3 Secunden. Dieselben Banden, — die zur zweiten Gruppe gehören, — treten im Funken ohne Capacität zwischen Al, Zn und anderen Metallen in Luft auf, nicht in O oder CO. Kalte C-Electroden zeigen sie schwach ohne Capacität, gar nicht mit solcher, heisse C-Electroden zeigen sie stark. Es wird eine Messung der ersten 14 Linien des Bandes bei 3914 (negative Bande) gegeben. Die Autoren geben an, dies Band sei auch sehr deutlich auf der Photographie des Funkenspectrums des Kupfers von McClean.

Hermesdorf [139] führt Messungen in der zweiten positiven Gruppe aus, zwischen den Grenzen 3998 und 3104. Von den meisten Banden wird nur die Kante gemessen, von 6 aber sämmtliche sichtbare Linien, und sie werden durch Anwendung der Deslandresschen Gleichungen zu Serien zusammengefasst.

Cuthbertson [129] versucht die Ordnung der Kanten der ersten Gruppe nach den Messungen von Hasselberg. Er findet, dass sie sich bis auf 2 Kanten in 13 Serien unterbringen lassen. Deslandres [130] zeigt, dass bei Anordnung in 15 Serien nicht nur diese beiden passen, sondern auch noch zwei Kanten, die früher Ångstrom und Thalén gemessen hatten. Doch

sind beide Anordnungen nicht richtig, wie später von der Helm [201] zeigt.

Crookes [103] hatte zuerst bemerkt, dass, wenn man nicht condensirte Entladungen eines grossen Inductoriums durch Luft gehen lässt, eine Art Flamme entsteht, welche auf einer Verbrennung des Luftstickstoffs mit dem Sauerstoff beruht. Er hatte angegeben, das Spectrum sei continuirlich. Hagenbach und Konen [141] finden in derselben Flamme nicht nur die schon wiederholt im Bogen beobachteten negativen Banden, sondern auch positive. Die Banden zeigen aber Unterschiede gegen die in Geisslerröhren bei kleinem Druck erhaltenen, indem einzelne Linienserien in ihnen fehlen oder geschwächt sind. Wird Capacität zugeschaltet, oder die Funkenstrecke vergrössert, so verblassen die Banden, und zwar zuerst die positiven. Ueber dieselbe Flamme machen auch Muthmann und Hofer [148] einige freilich nicht spectroscopische Bemerkungen. Sie sagen: „Ihrer Form nach gleicht sie einem verbrennenden, aus einer schlitzförmigen Oeffnung austretenden Gase. Man kann deutlich drei Zonen unterscheiden: im unteren Theile bemerkt man ein hell grünlich-weiss leuchtendes Lichtband, welches an den Electroden endet und schwach nach oben gekrümmt ist. Ueber demselben befindet sich eine mit grünlich-blauem Licht leuchtende Zone, die bei einem Electrodenabstand von 4 cm sich etwa zu einer Höhe von 5 cm erhebt, und diese ist umgeben von einer blass gelbbraun leuchtenden Zone, welche den grössten Theil der Flamme bildet. In dem erwähnten Lichtband dürfte der Ausgleich der Electricitäten, in der mittleren Zone die Verbrennung des Stickstoffs zu Oxyd und in der bräunlichen die Verbrennung des Stickstoffs zu Stickstoffdioxyd stattfinden."

Auch Schniederjost [150] beobachtet diese Flamme; er photographirt in ihr die Banden des Wasserdampfs, und Banden der zweiten und dritten positiven Gruppe von 394 bis 215 $\mu\mu$. Dasselbe scheinen Wright und Downs [128] gesehen zu haben, und auch Walter [183] findet die dritte Gruppe.

Eine interessante Untersuchung, welche die Bedingungen für das Auftreten der positiven und negativen Banden klar stellen soll, veröffentlicht Lewis [143]. Die Resultate sind: das negative Polspectrum wird durch Kathodenstrahlen hervorgerufen. Die Intensität dieser Banden im Geisslerrohr nimmt mit der Entfernung von der Kathode ab, ändert sich nicht mit dem Potentialgradienten. Die positiven Banden sind im ganzen Rohr sichtbar, ihre Intensität scheint mit dem Potentialgradienten variabel zu sein. Bei starken Entladungen ist das negative Spectrum auch in allen Theilen des Rohres sichtbar, das scheint auf einer Bildung von secundären Kathodenstellen auf der Glaswand herzurühren. Durch Selbstinduction werden die negativen Banden verstärkt, was auf geänderte Oscillationsdauer zurückgeführt wird. — Eine Reihe von Photographieen in kleinem Maassstabe zeigt die starken relativen Intensitätsänderungen.

Schumann [145] findet, dass Stickstoff in Emission Banden bis 185 giebt, welche nach kurzen Wellen abschattirt sind, es wird sich wohl um die Fortsetzung der dritten Gruppe handeln

Eine Reihe weiterer Arbeiten liefert Deslandres Er glaubt bei Kohlenstoff zu finden [146], dass an der Kathode einfachste Banden auftreten, welche nur eine einzige Linienserie enthalten Dasselbe soll fur die negativen Stickstoffbanden gelten, wahrend die positiven Banden Triplets, d h drei Serien besitzen Die Kathodenstrahlen zerfallen, meint er, wenn sie das Gas leuchtend machen, dasselbe in die einfachsten chemischen Elemente, und diese geben dann nur eine Linienserie — Dieselbe Vorstellung wird in einer zweiten Abhandlung [147] noch weiter ausgefuhrt, der Stoss der Electronen gegen neutrale Moleceln erzeuge die allgemeinste mogliche Art der Schwingungen, d h das Bandenspectrum Wenn die Moleceln dabei zerfallen, in einfachere Moleceln oder Atome, so entstehe das negative Bandenspectrum Die Vereinigung von Electronen mit Atomen endlich gebe das Linienspectrum In einer dritten Abhandlung [158] untersucht Deslandres die zweite Bandengruppe genauer Das Band 3577 enthalte 6 Serien, von welchen eine sicher doppelt sei, wahrscheinlich aber mehrere Er pracisirt hier seine fruher ausgesprochenen allgemeinen Gesetze fur Serien oder schrankt sie vielmehr etwas ein

Schniederjost [149] liefert eine Messung an der dritten positiven Bandengruppe, er glaubt ferner ein neues Bandenspectrum zu finden, welches auftritt, wenn condensirte Entladungen durch ein Geisslerrohr bei etwa 10 mm Druck hindurchgehen Es soll aus drei Banden 626—622, 579—571, 539—535 bestehen

Dann beschaftigt sich wieder Lewis eingehend mit unserem Spectrum Er erzeugt [152] durch electrische Schwingungen in electrodenlosen Glaskugeln, die mit verdunntem Stickstoff gefullt sind, Licht, welches erst kupferroth ist, dann weiss wird vom beigemischten Hg-Dampf. Das Spectrum zeigt die beiden ersten Gruppen und negative Banden, nicht die dritte Gruppe Daneben treten noch Wasserbanden und Linien des Hg auf — Lewis [153, 154] photographirt dann das Spectrum des „Nachleuchtens“ Im Allgemeinen treten die Banden der zweiten und dritten Gruppe auf, die der ersten gar nicht oder sehr schwach, doch hangt die relative Intensitat der Gruppen von der Natur der Electroden ab Daneben sind immer noch unbekannte Linien sichtbar, und auch unbekannte Banden

Endlich liefert Lewis [155] wieder eine Reihe interessanter Photographieen In einer Kugel, ohne Electroden, durch Ringentladung angeregt, wie in [152], sieht man die erste und zweite Gruppe und negative Banden, keine Spur der dritten Gruppe, im gewohnlichen Geisslerrohr ist kaum ein Unterschied zwischen dem positiven und negativen Pol vorhanden, alle Gruppen treten auf Die dritte Gruppe tritt stark auf im Funken zwischen Platinelectroden in N von 1 oder 2 Atmospharen Druck, starker bei dem kleineren Druck Zugefugte Selbstinduction und Capacitat schwacht sie stark bei

1 Atm., lasst sie ganz verschwinden bei 3 Atm., wofur das Linienspectrum erscheint. Auch Capacitat allein lasst sie verschwinden. — Ein Rohr mit NO, mit oder ohne Electroden, gab die dritte Gruppe stark, ebenso war sie sehr stark in einem Rohr, durch welches wegen des hohen Druckes von 10 bis 20 cm keine sichtbaren Entladungen mehr hindurchgingen, welches aber dabei kraftige „Fluorescenz" zeigte.

Hemsalech [156] untersucht Glimmlichtentladungen in Luft von Atmospharendruck: es tritt ein Gemisch von negativen und positiven Banden auf. Die gewohnliche Entladung in Luft zeigt am negativen Pol die negativen Banden, sonst uberall die positiven. Einschaltung eines Condensators bringt die negativen Banden stark heraus, so dass die positiven kaum sichtbar sind. Zugefugte Selbstinduction drangt die negativen Banden wieder zuruck, lasst sie endlich verschwinden. Alle diese Angaben werden durch gute Photographieen gestutzt. Hemsalech entwickelt auch Hypothesen uber den Ursprung der Spectra: das Linienspectrum entstehe beim Zusammenstoss von positiven Ionen mit Electronen, das negative Bandenspectrum beim Zusammenstoss von negativen Ionen und Electronen, das positive Bandenspectrum endlich beim Zusammenstoss von positiven und negativen Ionen, oder von Ionen und Moleceln.

Nur erwahnt sei, dass auch Stark ahnliche Hypothesen uber die Entstehung des Banden- und Linienspectrums vielfach geaussert hat, siehe z. B. [157].

Es folgen nun wieder einige schone Untersuchungen von Deslandres. In der ersten, mit Kannapell gemeinsam durchgefuhrten [159], wird die dritte Gruppe mit starker Dispersion genauer untersucht. Die Bande 2370 wird vollstandig aufgelost, sie erweist sich als zusammengesetzt aus 4 Serien von Paaren, oder besser gesagt, aus 8 Serien, fur welche die Formeln und die Differenzen zwischen berechneten und beobachteten Schwingungszahlen angegeben werden.

In der folgenden Abhandlung untersucht Deslandres [166] ebenso die negativen Banden. Er giebt eine Zeichnung des ganzen Spectrums und Auflosung zweier Banden. Deslandres geht dann naher auf die Unterschiede ein, welche zuerst von Hagenbach und Konen [141] zwischen den Banden bei Atmospharendruck und kleinem Druck bemerkt worden sind, namentlich fur die zweite positive Gruppe. Er findet das gleiche fur die negative Gruppe: bei hohem Druck werden einzelne der Serien einer Bande schwacher, andere starker, so dass das Bild der Bande sich andert. Aehnliches gilt ja fur Banden des Kohlenstoffs und des Cyans, und bei letzterem ist die Erscheinung genauer von Haferkamp untersucht worden. (Vergleiche Kohlenstoff.) Deslandres kommt auf diese Verhaltnisse noch einmal [173] zuruck, er hatte fruher [146] angegeben, die negativen Banden seien sehr einfach, enthielten nur eine Linienserie. Das gilt aber nur fur kleinsten Druck, bei hoherem sind mindestens vier Serien vorhanden, wie sich jetzt zeigt.

Nutting [161] untersucht, welche Elemente in Gasgemischen das starkere Spectrum geben, er meint, es sei stets das Gas mit hoherem Atomgewicht Ob er bei N das Linien- oder Bandenspectrum beobachtet, ist nicht gesagt — Aehnliche Fragen werden auch in einer zweiten Abhandlung [162] besprochen Deren Hauptinhalt aber ist die Angabe, dass eine ganz bestimmte Capacitat des Condensators nothig sei, um das Bandenspectrum in das Linienspectrum umzuwandeln, wobei diese „kritische Capacitat“ noch eine Function der Wellenlange sei Ich halte diese ganze Untersuchung fur verfehlt, denn erstlich hangt die Grosse der Capacitat ganz von den Dimensionen des Rohres ab, dann aber kann das Linienspectrum des N nach vielen Mittheilungen auch ganz ohne Capacitat auftreten Die Angaben Nutting's beziehen sich also ausschliesslich auf seine unreproducirbaren und undefinirbaren Versuchsbedingungen. — Die Abhandlung enthalt aber gute Photographieen des Bandenspectrums mit kleiner Dispersion

Goldstein [167] findet eine neue Bestatigung dafur, dass die erste und zweite Gruppe von verschiedenen Emissionscentren ausgehen Wenn in einem Geisslerrohr die Platinkathode gluht, absorbirt sie stark den vorhandenen Sauerstoff, war Luft im Rohr, so bleibt reiner Stickstoff zuruck, das Licht erscheint goldgelb und zeigt nur die erste Gruppe, wahrend die zweite verschwunden ist Man konnte daraus den Schluss ziehen wollen, dass die zweite Gruppe zu N+O gehort, ein solcher Schluss schiene mir aber nicht gerechtfertigt, denn durch die Absorption des O haben sich im Rohr der Druck und die Entladungsbedingungen geandert

Noch eine zweite Beobachtung veroffentlicht Goldstein [168], mit der wegen des Fehlens aller Messungen nicht viel anzufangen ist Wird ein weites Rohr, welches mit N von einigen cm Druck gefullt ist, in flussige Luft getaucht, so fullt das Licht das ganze Rohr, und das Spectrum ist verandert „Es enthalt noch alle fur den Stickstoff characteristischen Banden in Roth und Gelb bis zur Mitte des Grun, — es fehlen aber die sammtlichen sonst von Grun bis ins Ultraviolett reichenden Cannelirungen des bekannten Stickstoffspectrums Dafur ist jetzt im Grun ein neues breites, bis zur Gruppe des Blau reichendes, gleich den rothen und gelben Banden schraffirtes Feld verhanden, und bis zur Wellenlange 417, wo das Spectrum zu enden scheint, folgen dann im Blau und Violett eine grosse Anzahl neuer Banden. In ihrer im Allgemeinen dicht gedrangten Reihe zeigt sich eine grossere Lucke zwischen 444 bis etwa 429, in welcher nur eine schmale isolirte Bande bei etwa 435 erkennbar ist“ Sobald man Flaschenentladungen durch das Rohr gehen lässt, tritt wieder die zweite Gruppe auf — Ob hier Goldstein wirklich neue Banden des N entdeckt hat, die unter Umstanden an Stelle der zweiten Gruppe treten, bleibt ganzlich unklar

Denselben Gegenstand behandelt auch eine Dissertation von Donaghay [190a], der die Goldsteinsche Arbeit nicht kennt Er liefert wenigstens Photographieen der Banden bei gewohnlicher und tiefer Temperatur, aber auch

mit viel zu kleiner Dispersion, als dass man etwas daraus ersehen konnte. Goldstein's Angaben, die gewöhnlichen Banden von Grün bis Violett verschwanden, werden durch die Photographieen nicht bestätigt, alle Banden bleiben, nur treten einige Intensitätsunterschiede auf. Es scheint, als ob die erste Gruppe etwas schwächer, die zweite etwas stärker werde, und als ob zwei neue Banden bei etwa 5580 und 5316 aufträten, deren jede aus mehreren Linien oder Banden besteht. Untersuchungen eines so verwickelten Spectrums mit so kleiner Dispersion haben keinen Werth.

Hagenbach und Konen [171] geben in ihrem Atlas in Nr. 230 ein schönes Bild der zweiten positiven Gruppe, während man in Nr. 240 nur Spuren der ersten Gruppe sieht. Nr. 233 (Kupferfunke) zeigt den langwelligen Theil des negativen Spectrums.

Hemsalech [174, 175] bläst einen Luftstrom gegen einen oscillirenden Funken (Condensator und Selbstinduction) und trennt dadurch räumlich den ersten Funken von den folgenden Oscillationen. Er kann die Erscheinung so stabil machen, dass er die Spectra der einzelnen Theile des Funkens photographiren kann. Dabei zeigt sich, dass der erste Funke das Linienspectrum des N giebt, die Oscillationen dagegen das negative Bandenspectrum. Da der erste Funke die Luft leitfähig macht, d. h. ionisirt, so sagt Hemsalech, die Versuche seien ein Beweis dafür, dass das Linienspectrum der nicht ionisirten Luft entspreche, die Banden aber ionisirter Luft.

Coblentz [160] untersucht die ultrarothe Emission von Geisslerröhren. Er giebt an, Stickstoff zeige starke Bandei bei 0.66 μ, 0.75, 0.90, 1.06. Was diese Zahlen bedeuten, ist nicht ersichtlich, bei 0.66 μ liegt jedenfalls kein auffallend starkes Band, und auch bei 0.75 liegt aller Wahrscheinlichkeit nach kein solches, sondern diese beiden Stellen fallen in die erste Bandengruppe hinein.

Auch Drew [179] untersucht im Ultraroth für CO_2 und Luft. In beiden Fällen findet er ein Band bei 4.7 μ. Während aber dies Band in CO_2 mit dem Druck veränderliche Wellenlänge zeigt, ist es in Luft constant. Danach müsste Luft, also wohl N, hier ein Band besitzen.

Zu interessanten Resultaten kommt Hagenbach [190], indem er Metallbogen in Luft unter kleinem Druck (etwa 1 cm) brennen lässt. Dabei tritt an der Kathode das Metallspectrum auf, an der Anode das positive Bandenspectrum des N, von dem die erste und zweite Gruppe beobachtet wird. Die Intensitäten in den Banden sind aber nicht so, wie in Geisslerröhren, sondern wie im Funken bei Atmosphärendruck. Später theilt Hagenbach [198] Ausführliches mit, wobei der Cu-Bogen benutzt wird. Bei höherem Druck sind die Banden der dritten Gruppe kräftig vorhanden, daneben andere unbekannte Banden. Bei abnehmendem Druck wird der Bogen stabil, und dann treten auch die erste und zweite Gruppe auf, aber nur am positiven Pol, während die dritte Gruppe im ganzen Bogen vorhanden ist. So zeigt sich zwischen diesen Gruppen ein Unterschied, der darauf hindeutet, dass die

dritte Gruppe anderen Ursprung hat, wie sie ja auch Deslandres N+O zugeschrieben hat Auch die negativen Banden waren manchmal schwach zu sehen, aber nur am positiven Pol

Weiter sind Abhandlungen von Himstedt und von Dechend [191] und von von Dechend [197] zu erwahnen Sie untersuchen photographisch die Spectra, welche auftreten, wenn man Glimmentladungen einer Influenzmaschine zwischen Spitzen durch verschiedene Gase hindurchgehen lasst In Luft, Stickstoff und NO wurde die zweite Gruppe der positiven Banden im ganzen Raum zwischen den Spitzen gefunden.

Von den drei positiven Bandengruppen war die erste, da sie in einem schwer photographirbaren Gebiet liegt, am wenigsten genau untersucht Diesem Mangel hat von der Helm [201] abgeholfen Freilich bleibt auch für sie noch viel zu thun übrig Der Verfasser zeigt, dass die Structur eine ungemein complicirte ist Die Gruppe besteht aus drei zahlenmassig verknupften Theilen, die etwa von 771 bis 627, 627 bis 552, 562 bis 510 reichen Jede dieser Gruppen besteht wieder aus einer grossen Zahl von Banden-Gruppen, deren jede mindestens 3, wahrscheinlich mehr Kanten enthalt, und aus vielleicht 200 Linien besteht Da etwa 50 solche kleinere Gruppen vorhanden sind, wird die erste Deslandres sche Gruppe der positiven Banden etwa 10000 Linien enthalten

Es ist schliesslich noch eine ganz abweichende Art der Entstehung des Bandenspectrums zu erwahnen Sir William Huggins [142] fand zuerst, dass das van Radiumbromid ausgehende Licht das Spectrum der Stickstoffbanden zeigt, namentlich stark waren die drei Kanten bei 3577, 3371, 3159 Eine spatere bessere Photographie [142] zeigte auch die negativen Banden bei 4280 und 3914 Dann finden Dewar und Curie [151], dass auch die selbstleuchtende Emanation N-Banden zeigt, die Kanten bei 3804, 3577 und 3371 waren sichtbar Auch Himstedt und Meyer [181] bestatigen das Auftreten der N-Banden, wenn Ra Br sich in N befindet, und Stark und Giesel [188] finden die gleiche Wirkung bei Polonium

Eine ganze Anzahl von Abhandlungen beschaftigt sich mit Intensitätsmessungen im Spectrum, die meist photometrisch ausgefuhrt werden Entweder wird die Helligkeit einzelner Banden in ihrer Abhangigkeit von Druck und Stromstarke, oder auch von der Energie bestimmt, oder es wird der Einfluss von Beimengungen, z B Wasserstoff, untersucht Ich will diese Untersuchungen, die die Frage der Strahlung der Gase betreffen, hier nicht genauer besprechen, ich erwahne nur die Autoren Chautard [19], Kalahne [112], Ferry [113], Simonsen [137], Berndt [138], Waetzmann [165], Geiger [187], Berglund [199], Zehden [200] Endlich waren hier noch zwei demnachst erscheinende Dissertationen von J Kyll und W Jungjohann, Munster 1910, zu nennen

Ferner ist der Einfluss des Magnetfeldes untersucht Chautard [51]

findet, die erste Gruppe verschwände. Berndt [133] meint, eventuelle Intensitätsänderungen rührten von Widerstandsänderung her. Zonta [163] findet, die Banden würden verbreitert. Purvis [180] giebt an, die Banden würden nicht verbreitert, nicht verschoben, nicht zerlegt, aber die erste Gruppe verschwinde, die zweite werde stärker. Vaccaro [186] endlich sagt, es hänge ganz vom Druck ab, ob die Banden im Magnetfeld heller oder dunkler werden.

Schliesslich ist noch eine Angabe von Nasini und Anderlini [164] zu erwähnen. Sie erhitzen Stickstoff im electrischen Ofen und erhalten eine Anzahl Emissionslinien, welche sie als Linien von Fe, Na, Co deuten. Drei Linien 6325, 6305, 629 halten sie für Stickstoffbanden. Es sei die Bandengruppe 6322, 6313, 6296. — Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass diese Deutung falsch ist, bei Vergleich mit einem so reichen Spectrum, wie das Bandenspectrum des Stickstoffes ist, wird man für alle beliebigen Wellenlängen ungefähre Uebereinstimmung finden. Wenn es sich um Stickstoff handelt, müsste man erwarten, eine ganze Reihe der hellsten Gruppen zu sehen, die eben genannte Gruppe ist aber eine der schwächeren. King hat bei seinen genaueren Messungen niemals Stickstoffbanden im electrischen Widerstandsofen erhalten.

Fasse ich nach dieser gedrängten Inhaltsangabe der vorligenden Literatur die Resultate zusammen, so kennen wir vom Stickstoff eine ganze Reihe verschiedener Bandenspectra.

1) Die erste positive Gruppe nach der Bezeichnung von Deslandres. Sie besteht aus complicirten nach kürzeren Wellenlängen abschattirten Bandengruppen, die von etwa 771 bis 510 $\mu\mu$ verfolgt worden sind. Dies Spectrum wird ganz allgemein dem Stickstoff selbst zugeschrieben. Es tritt auf im Funken in Luft, in Geisslerröhren, im Bogen unter kleinem Druck, namentlich zwischen gewissen Metallen (Cu).

2) Die zweite positive Gruppe nach Deslandres. Sie ist etwa von 500 $\mu\mu$ bis 300 verfolgt worden, überdeckt sich bei 500 mit der ersten Gruppe. Sie besteht aus nach kurzen Wellen abschattirten Banden, in welchen die Linien in sehr auffallender Weise in Triplets angeordnet sind. Diese Bandengruppe wird jetzt auch dem Stickstoff selbst zugeschrieben und erscheint unter denselben Bedingungen, wie die erste. Dabei zeigt sich, dass beide Gruppen etwa gleich stark erscheinen können, dass aber unter veränderten Entladungsbedingungen auch die eine oder andere Gruppe überwiegen kann, soweit, dass die eine oder andere ganz fehlt. Jedoch sind die Bedingungen noch nicht genügend erkannt, die Angaben widersprechen sich zum Theil. (Vergleiche die Angaben in 19, 22, 23, 51, 70, 110, 167, 168, 180.) Im ganzen scheint die erste Gruppe geringerer, die zweite grösserer Energie zu entsprechen. — Die zweite Gruppe entsteht auch durch Glimmentladung und durch radioactive Substanzen.

3) Die dritte positive Gruppe nach Deslandres. Sie besteht ebenfalls aus complicirten nach kürzeren Wellen abschattirten Banden, die aber noch nicht genügend untersucht sind, es scheinen in ihnen Paare von Linien aufzutreten. Diese Gruppe gehört, wie Deslandres bei ihrer Entdeckung angab, wahrscheinlich zu einer Verbindung von N+O, da sie verschwindet, wenn der Sauerstoff sorgfältig ausgeschlossen wird (Deslandres, Schniederjost, Lewis u. A.). Sie erscheint im Funken, im Geisslerrohr, im Metallbogen bei jedem Druck (Hagenbach). Sie reicht von etwa 300 bis 200 $\mu\mu$.

4) Die negative Gruppe nach Deslandres besteht aus nach kürzeren Wellen abschattirten Bandengruppen, und ist zwischen den Grenzen 471 und 330 bekannt. Sie tritt im Geisslerrohr zunächst an der Kathode auf, verbreitet sich aber mit abnehmendem Druck durch das ganze Rohr. Sie tritt ferner im Funken in Luft auf, auch im Metallbogen in Luft von kleinem Druck, hier aber am positiven Pol.

5) Goldstein [168] will unter gewissen Bedingungen neue Banden gefunden haben, die aber weder gemessen noch in ihren Entstehungsbedingungen genügend definirt sind. Diese Banden sollen im Blau und Violett liegen.

6) Schniederjost [149] hat bei starken condensirten Entladungen und bei höherem Druck neue Bandengruppen im langwelligen Theil des Spectrums erhalten, welche aber auch nicht genügend untersucht sind.

7) Dazu kamen dann noch die bisher gänzlich unbekannten Banden von Lewis [119] und von Hertz [118].

Ich wende mich nun zur Besprechung der einzelnen Gruppen.

1) Die erste positive Gruppe.

Ångström und Thalén [53] geben eine Zeichnung des Spectrums von 687 bis 395 $\mu\mu$, welche den Haupttheil der ersten Gruppe umfasst. Die einzelnen Banden sind hier als Triplets gezeichnet, die regelmässig bis 570 zu verlaufen scheinen, dann folgt ein unregelmässiger Theil bis 557, ein etwas regelmässigerer bis 533, abermals eine Fehlstelle bis 524, wieder regelmässige Triplets bis 515, dann nur noch einige erste Linien des Triplets bis 503, und dann beginnt die zweite Gruppe.

Eine viel ausführlichere Messung und Zeichnung liefert Hasselberg [83], welche dem wahren Aussehen bei mässiger Dispersion viel besser entspricht. Die beiden ersten Linien des Triplets von Ångström und Thalén werden durch eine dritte scharfe Kante zu einem ganz anders gebauten Triplet ergänzt, in weiterem Abstand folgt dann die dritte Linie von Ångström und Thalén, die meist von einer zweiten ebenso starken begleitet ist. Man hatte demnach fünf Hauptkanten in jeder Bande. Bei kleiner Dispersion, einem Prisma, fliessen die drei ersten und die beiden folgenden Kanten zu je einer unscharfen Linie zusammen, jedes Band scheint aus zwei Linien zu bestehen. In Wahrheit gehen von jeder der genannten fünf Kanten Linienserien

aus. Bei einer Aufnahme, die von der Helm mit grossem Concavgitter gemacht hat, zeigte eine solche Bande etwa 180 Linien, von denen aber viele noch nicht aufgelöst waren, so dass eine Entwirrung der einzelnen Serien undurchführbar war. — Auch bei Hasselberg ist die Strecke 570—557 unregelmässig, man sieht sofort, dass hier Banden fehlen. Eine lückenhafte Stelle ist aber auch zwischen 610 und 620 vorhanden. Ferner ist auch bei Hasselberg auf der Strecke von 535 bis 524 die regelmässige Structur verloren. Bei 5068 beginnt dann die zweite Gruppe mit völlig anders gebauten Banden.

Die unklaren Stellen rühren, wie von der Helm [201] gefunden hat, davon her, dass die ganze erste Gruppe aus drei Theilen besteht, die sich an den Rändern überdecken und schwach werden.[1]) Der erste Theil geht von 7712 bis 6227, der zweite beginnt mit 6185 und hat sich verfolgen lassen bis 5520, der dritte beginnt bei 5622 und reicht bis zum Ende 5030 (?). Jeder dieser Theile ist in seinen mittleren Gliedern am hellsten.

Betrachten wir im Weiteren nur die erste Kante jeder Bande — für die anderen gilt genau das Gleiche — so bilden sie für jeden Theil eine gesetzmässig gebaute Serie, und die drei entstehenden Serien sind sich ähnlich. Nicht ganz richtige Anordnungen haben Cuthbertson [129] und Deslandres [130] gegeben.

Auf Taf. II, Fig. 2, gebe ich eine Photographie, welche zwei der Bandengruppen, in welche die erste Deslandres'sche Gruppe zerfällt, zeigt. Die Aufnahme ist mit kleinem Concavgitter von Herrn von der Helm gemacht, die Vergrösserung verdanke ich Herrn Prof. Konen. Die Aufnahme ist unterexponirt und recht unscharf, zur Messung also wenig geeignet; sie zeigt aber besonders deutlich die eben besprochenen Kanten. In der unteren Hälfte sieht man die fünf Kanten, in der oberen, für welche die Platte unempfindlicher war, nur die erste, zweite und vierte, deren Intensität überwiegt.

Es ist aber hervorzuheben, dass diese Photographie nur für kleine Dispersion characteristisch ist, was hier als Linie erscheint, ist in Wahrheit noch sehr zusammengesetzt. Es ist also — wenn man so will — ein gefälschtes Bild, in welchem aber die Kanten deutlich hervortreten, während sie bei einer Aufnahme mit grossem Gitter fast völlig verschwinden. — Uebrigens scheint die relative Intensität der Kanten noch sehr von den Entladungsbedingungen abzuhängen. Prof. Konen hat mir eigene Aufnahmen mit Gleichstrom gezeigt, welche wesentlich anders aussehen.

In der folgenden Tabelle gebe ich die Messungen, und zwar nur für die beiden ersten und die vierte Kante, da Ångström und Thalén sowie von der Helm nur diese gemessen haben. Bei Hasselberg fehlen einige der Kanten, da er die Structur nicht erkannt hat. Ferner liegen

1) So auch hat Thalén [24] das Spectrum gezeichnet.

Linienspectrum.

Neovius (102)	Hemsalech (123)	Huggins (20)	Plücker (22)	Thalen (26)	Hagenbach und Konen (171)	
		6602	6602	6602 0 6		1)
		6482	6480	6479 5 6		1)
		—	6376	—		
		—	58	—		
		—	41	—		
		—	6288	—		
		—	49	—	6249	
		—	—	—	45	
		6171	6165	—	—	
		—	52	—	—	
		5950		5949 0 4	—	
		42		41 5 10	5943	
		30		32 0 10	33	1)
		25		29 5 4	30	
5768 5 4		5768		5767 0 4	—	
47 5 4	5747 4	46		45 0 4	—	
31 5 1	—	26		—	—	
12 3 7	10 6	09		11 0 6	5711	1)
5686 3 6	5686 3	5686		5685.5 6*	5686	
79.8 10	79 3	80		78 0 10u	79	1)
76 0 6	76 3	75		74 5 6	76	
—	—	—		—	72?	
67.1 9	66 4	68		66 0 10	66	
5566 0 1?	—	—		—		
51 0 4	5551 9	5550		5549 0 4		
43 0 4	43 3	41		41 0 6		
40 0 1	—	—		—		
35 2 7	35 1	34		34 0 10		1)
30 4 4	30 0	28		30 0 6		
26 4 1	26 3	24		—		
5496 6 7	5495 9	5495		5495 0 8		1)
79 8 6d	80 3	79		79 0 6		
62 8 6	63 0	62		61 5 4		
53 8 6d	54 4	53		53 0 4		1)
32 3 1	32 6	—		-		
11 1 1	11 3	—		—		
09 5 1?	—	—		—		
01 0 1	00 8	—		—		
5393 5 1	5393 4	—		—		
79 0 1	—	—		—		
73.0 1	—	—		—		
67 8 1	—	—		—		
56 9 1	—	—		—		
51 7 1	—	5350		5351 0 2		
39 7 1	39 6	38		39 5 2		
29.1 1	—	—		—		
20 6 1?	—	19		20 0 2		
14 5 1?	—	—		—		

1) Auch von Lecoq [50] gemessen

Neovius (102)	Hemsalech (123)	Exner und Hascheck (136)	Huggins (20)	Thalen (26)	
5311 9 1	—		—	—	
5281 8 1	—		—	—	
50 7 1	—		—	—	
00 9 1	5201 1		—	—	
5190 9* 1	—		—	5189 5 4	
85 0 1	—		—	84 5 2	
80 0 6	5179 6		5179	78 0 1	1)
76 7* 1	76 0		76	—	
72 5 1	73 2		72	72 0 2	
5074 0 2	—		5071	—	
63 0 1	—		—	—	
45 7 8	5045 3		45	5045 0 10u	1)
25 8 4	25 9		24	25 0 8	
23 3 4	23 1		—	—	
16 5 4	16 5		16	16 0 6	
11 0 6u	10 7		10	10 0 6	
07 8 6	07 5		07	06 5 4	
05.7 9	05 4		03	05 0 10u	} 1)
02 7 9	01 6		4999	02 0 10u	
4994 9 7	4994 4		93	4993 5 6	
91 2 1	—		—	—	
87 6 5	87 6		86	87 0 6	
65 3 1	—		—	—	
42 7 3?	42 9		—	41 0 4	1)
35 1 3d	—		31	—	
—	—		—	21 0 4	
18 0 1?	—		—	—	
15 0 1	—		—	—	
12 5 1?	—		4895	—	
4896 5 4	4895 4		80	4895 5 4	
79 7 3	79 8		66	—	
67 0 1	—		58	—	
61 4 1	60 6		49	—	
48 0 3	48 0		—	—	
10 8 4	10 6		—	—	
06 2 4	06 1		04	—	
03 6 8	03 5	4803 4 1	—	03 0 10	1)
4794 2 4	4793 8	—	4788	—	
88 5 7	88 3	4788 25 1	81	4788 0 10	1)
8 1 6	80 0	79 85 1	—	79 0 10	
74 6 4	74 3	—	—	—	
68 2 1?	68 6	—	—	—	
65 1 3	65 5	—	—	—	
36 1 4	35 8	—	—	—	
26 8 4	27 0	—	—	—	
21 9 1	—	—	—	—	
18 5 4	18 6	18 45 1	—	—	
12 5 1?	—	—	—	12 0 4	
09 7 2	—	—	—	—	
05 0 2	—	05 20 1	—	06 5 8	1)

1) Auch von Lecoq [50] gemessen

Neovius (102)	Hemsalech (123)	Exner und Haschek (136)	Huggins (20)	Thalen (26)	
4698 0 1u	—	—	—	4698 0 8	
95 8* 3u	—	—	—	—	
79 5 1?	—	—	—	—	
74 8 5	4675 0	4675 0 1	—	75 0 4	
70 9 4u	—	—	—	—	
68 1 4	67.7	—	—	—	
58 1 1	58 2	—	—	61 5 4	
54 8 4	54 8	54 78 1	—	—	
51 0* 5	51 1	—	—	—	
— [2])	49 2	49 26 5	—	49 0 8	[1])
43 4 9	43 3	43 27 5	4640	42 0 10	
40 5 1	—	40 70 1	—	40 0 6	
34 0 4	34 0	34 20 1	—	—	
30 9 10	30 6	30 73 15	29	30 5 10u	[1])
22 0 9	21 5	21 57 4	21	21 0 8	
14 2 8	13 9	14 05 3	13	13 0 8	
09 6* 3	09 6	—	—	—	
07 2 8	07 3	07 34 4	08	06 5 8	[1])
01 3 9	01 6	01 67 5	00	01 0 8	
4590 0 1	—	—	—	—	
79 2 3	4579 5	—	—	—	
65 0 4	65 0	—	—	—	
52 6 4u	52 3	4552 65 1	4553	—	
45 1 4	45 2	44 88 1	—	—	
35 1 1?	—	—	—	—	
30 3 7u	30 3	30 08 2	33	—	
23 0 1	23 5	—	—	—	
18 0 1?	17 9	—	—	—	
14 8 4u	14 9	14 95 1	—	—	
11 6 1	11 0	—	—	—	
07 7 7	07 9	07 78 2	06	—	
—	—	—	4496	—	
4488 0 2	4488 3	—	90	—	
82 1 1	—	—	—	—	
78 0 5	78 0	4477 95 1	77	—	
75.0 1u	—	—	—	—	
66 0 1	—	—	—	—	
60 0 4	60 0	60 25 1	—	—	
47 2 10	47 3	47 23 20	48	4446 5 10u	[1])
34 4 4	32 7	34.4 1	—	—	[1])
32 0 4u	—	32 62 2u	—	32 0 6u	
30 4 4	—	30 30 1	30	—	
26 1 6	4426 2	4426 08 2	—	—	
01 3 4	01 4	01 33 1	4398	—	
4392.4 1	—	4392 5 1	—	—	
85 8 1	4385 4	—	—	—	
79.7 4	79 8	79 75 1	—	—	
75 2 1	—	—	—	—	

1) Auch von Lecoq [50] gemessen
2) Nach Neovius gehört diese Linie zu O

Neovius (102)	Hemsalech (123)	Exner und Haschek (136)	Huggins (20)	Thalen (26)	
4371 4 4	4371 5	4371 7 1	—	—	
62 1 1	—	61 80 1	—	—	
56 7 1u	—	—	—	—	
47 9* 8	47 7	48 14 2	4347	4347 5 10u	1)
42 0 1u	—	—	—	—	
31 1* 1	31 7	32 10 1	—	33 0 6u	
4282 5* 1	—	—	—	—	
74 9* 1?	—	4276 0 1	—	—	
66 7 2	—	66 45 1	—	—	
54 2* 4	—	—	—	—	
51 0 1?	—	—	—	—	
42 0 7u	4241 6	41.94 5u	—	—	1)
37 0 7u	36 2	36 93 5u	4238	4230 0 8u	
28 5 7u	28 0	28.56 3u	—	—	
24 9 1	—	—	–	—	
23 2 5	22 5	23 35 1	–		
22 2 4	—	22 5 1	—	—	
19 2 1	—	—	—	—	
15 6 4u	15 4	—	—	—	
11 4 1	—	11 5 1	—		
07 0 4u	—	06 80 2u	4206	—	
4199 3 5u	4199 5	4199 2 1	—	—	
96 4* 4	95 6	96 20 1	—	—	
93 2* 1	—	—	—	—	
80 3 4u	—	79 80 1u	—	—	
76 7 7u	—	76 16 3u	4170	—	
72 0 4	—	—	—	—	
67 2 2	—	—	—	—	
58 4 1	—	—	—	—	
52 0 5	—	52 21 1	—	—	
45 8* 8	45 8	46 03 4	4142	4149 0 2	
42 8* 1?	42 2	—	—	—	
40 7 1	—	—	—	—	
37 8 1u	—	—	—	—	
34 2 7	33 2	33 85 2	4130	4137 0 4	
24 0* 6	24 2	—	—	23 0 6	
18 0* 1	19 6	—	—	—	
16 8 1	—	16 65 1	—	—	
09 4 4u	—	—	—	—	
03 4* 5	03 5	03 46 3	4101	—	
4097 4* 8	4097 3	4097 43 3	4094	—	
81 7 1u	82.0	81 70 1	—	—	
63 8 1	—	63 70 1	—	—	
56 8 1u	56 6	56 5 1u	—	—	
41 4 8u	41 4	41 48 5u	4038	4040 0 1	
35 2 7u	35 1	35 07 4u	—	—	
25 9 3u	25.7	25 77 3u	—	—	
14 3 3	—	—	—	—	
3995 2 10	3995 3	3995 26 50	4000	3995 0 4	

1) Auch von Lecoq [50] gemessen

Neovius (102)		Hemsalech (123)	Exner und Haschek (136)		Hartley und Adeney (79a)
3968 6	1	—	—		
56 1	8	3955 9	3956 04	6	
40 0	4u	39 8	40 20	3u	
34 9	1u	—	—		
28 8	2	28 6	—		
19 2*	9	19 1	19 24	10	
09 2	1	—	09 29	1	
3893 4*	1u	—	3893 43	1	
61 7	4	60 6?	61 83	1	
57 2*	5u	56 5	57.2	1u	
50 6	4	3851 0	50 65	1	
49 0	1?	48 1	—		
48 0	1u	—	—		
45 4	4	—	45 27	1	
43 0*	4	43 0	43 12	1	
39 8	3u	39 1	39 30	3u	
31 0	1u	30 6	30 82	2u	
09 9	1	09.4	—		
3782 3	1		—		
70 9	1		3771 09	1	3771 5
58 5	1		58 41	1	59 4
44 4	1		44 4	1?	—
29 4	4		29 41	1	—
			3594 60	1u?	3595 0
			89 2	1u?	89 6
			60 43	1?	60 6
			45 23	1?	45 2
			3471 08	1u?	3471 2
			37 43	3	36 9
			3374 2	1	3373 6
			67 43	1	66 7
			66 0	1u	65 7
			31 89	2u	31 5
			29 55	2u	29 3

Messungen von Lecoq [29, 50] vor, der aber für jede Bande nur eine Zahl giebt, die sich nach seiner Angabe auf die Mitte zwischen den drei ersten und den beiden folgenden Kanten bezieht, welche ihm als je eine Linie erschienen. Salet [46] hat offenbar die erste Kante gemessen. — Endlich hat Smyth [82] Messungen in reciproken englischen Zollen veröffentlicht. Den sonst nie gemessenen Theil zwischen 7712 und 6874 hat von der Helm umgerechnet, es zeigt sich, dass Smyth durchweg die erste und vierte Kante gemessen hat.

Ich bezeichne die genannten Kanten jeder Bande mit I, II, III, die Theile der ersten Bandengruppe mit a, b, c. Einzelne Zahlen sind bei von der Helm mit einem Stern versehen, das bedeutet, dass sie sich weniger genau messen liessen.

	Smyth (82)	v d Helm (201)	Ångstrom und Thalen (53)	Hasselberg (83)	Lecoq (50)	Salet (46)
I a	7635 6					
III a	09 2					
I a	7562 6					
III a	7499 0					
III a	7386 6					
I a	34 6					
III a	7286 5					
I a	67 4					
III a	7182 9					
I a	49 0					
III a	7088 7					
I a	59 1					
III a	6993 5					
I a	59 9					
III a	11 3					
I a		6874 18	6870 0			
III a		64 04	—			
III a		43 04	—			
I a		6787 91	6785 7			6775
II a		78 35	78 6		6752	
III a		58 98	60 0			
I a		04 45	01 0			670
II a		6694 95	6693 4		6682	
III a		75 01	73 5			
I a		23 52	21 8	6622 45		662
II a		14 15	14 2	12 88	6604	
III a		6594 50	6594 7	6593 11		
I a		44 81	42 3	43 40		651
II a		35 50	33 8	33 38	6521	
III a		16 44	16 3	14 38		
I a		6468 53	6465 5	6467 30		6467
II a		59 04	58 6	57 54	6448	
III a		40 80	40 6	39 53		
I a		6394 45	6392 5	6393 20		6393
II a		84 93	84.8	83 47	6375	
III a		67 55	66 8	67 80		
I a		22 73	21 0	21 45		6327
II a		13 20	13 8	11 59	6306	
III a		6296 03*	6294 9	6294 76		
I a		52 81	49.2	51 64		6265
II a		43 51	42 6	42 16	6233	
III a		27 00	25 5	25 67		620
I b		6185 44*	6183 2	6184 55		
II b		75 32	75 1	74 31	6171	
III b		60 43	58 2	57 21		
I b		27 23	25 4	26 01		6144
II b		19 79	18 8	18 74	6108	
III b		02 60	02 1	01 25		
I b		6069 60	6066 3	6068 27		6087
II b		62 44	60 6	60 90	6048	
III b		45 55	43 2	43 92		

	v d Helm (201)	Ångstrom und Thalen (53)	Hasselberg (83)	Lecoq (50)	Salet (46)
I b	6013 60	6011 8	6012 45		603
II b	06 34	04 6	05 15	5994	
III b	5990 01	5987 8	5988 66		
I b	59 25	57 3	57 91		5973
II b	52 02	50 5	50 64	5943	
III b	35 95	33 3	34 64		
I b	06 24	04 6	04 64		5913
II b	5899 19	5897 5	5897 54	5891	
III b	83 49	82 5	81 96		
I b	54 69	53 0	53 09		586
II b	47 67	46 1	45 86	5839	
III b	32 29	30 5	30 73		
I b	04 28	01 8	02.94		5802
II b	5797 23	5795 3	5795 67	5790	
III b	82 23	80 6	80 86		
I b	5755 20	5752 0	5753 83		5748
II b	48 18	45 6	46 40	5737	
III b	33 68	30 7	31.54		
I b	07 49	03 8	06 28		
II b	5699 50*	—	5698 08	5695	
III b	85 56*	5682 5	84 69		
I b	60 54	57 9	59 22		
II b	53 31	—	52 05	5650	
III b	39 17	37 2	38.11		
II c	22 97*	—	—		
I b	15 00	12 6	13 77	5600	
II b	07 73	—	06 34		
I c	5592 57	94 2	5591.01		
I b	70 60	67 9	69 03	5557	
II b	63 48	63 0	61 84		
I c	53 63	51 8	52 09		
II c	48 40	—	47.17		
III c	33 46	—	—		
I b	26 84	25 2	25.40		
II b	20 11	18 7	18 07		
I c	15 54	13 4	14 32		
II c	10 55	06 0	09 53		
III c	5495 42	5493.7	5494 66		
I c	78 73	76 9	77.53		
II c	73 16	72 6	72 23	5457[1])	
III c	58 22	—	57 44		
I c	42 25	41 9	41 23		
II c	37 03	37 0	36 02	5330	
III c	24 17	22 1	21 69		
I c	07 08	06 4	06 21		5417
II c	01 83	01 7	01 03	5302	
III c	5387 82	5387 4	5387 12		537
I c	72 78	71 7	71 62		
II c	67 41	66 7	66 41		

1) Dieses Band von Lecoq rechnet Deslandres zur zweiten Gruppe

	v d Helm (201)	Ångstrom und Thalén (53)	Hasselberg (83)	Lecoq (50)	Salet (46)
III c	5353 73	5353 2	5352 83		
I c	39 27*	39 7	38 61		532
III c	23 40*	—	22 19		
I c	06 22*	06 3	05 84 2)		
I c	5274 35*	5273 8	5273 97		
I c	44 05*	44 6	43 08	} 5222	528
II c	37 50*	39 3	37 85		
I c	13 04*	13 1	12 71		
II c	07 79*	07 7	07 76		
I c	5183 84*	5183 4	5183 51	5177 1)	
II c		79 3	78 90		
III c		65 8	66 46		
I c		53 7	54 54		
I c		26 5	26 15		
I c		5097 7	5098 66		
I c		65 6	—		
I c		32 0	—		

2) Die zweite positive Gruppe

Die zweite Gruppe beginnt deutlich bei $506\mu\mu$, wenn noch bei längeren Wellen Banden vorhanden sind, so mischen sie sich mit denen der ersten Gruppe, und da die Glieder beider Gruppen hier sehr schwach sind, sind alle Messungen und Angaben ungenau Aus der gesetzmassigen Structur der folgenden Bandengruppen kann man naturlich zuruckrechnen, wo fruhere Glieder liegen mussen So rechnet Deslandres [91] einige Angaben von Lecoq [50] und Hasselberg [83] zu dieser Gruppe, um sie bis 5457 verfolgen zu konnen (Siehe Tabelle)

Die erste Messung hat Lecoq [29, 50] ausgefuhrt, dann Salet [46], denen sich Ångstrom und Thalen [53] und Hasselberg [83] anschliessen Die beiden letzten Arbeiten geben auch Zeichnungen und namentlich die von Thalén zeigt schon recht gut die Auflosung der Banden, wobei die schone Anordnung in Triplets deutlich hervortritt

Alle diese Untersuchungen betreffen nur den sichtbaren Theil Der ultraviolette ist zuerst von Deslandres [85] gefunden, der hier eine kleine Zeichnung der Kanten nach Wellenlangen giebt, ebenso die Zeichnung der aufgelosten Bande 3576 Dann bringt er [91] eine grossere Zeichnung nach Schwingungszahlen, die Anordnung der Kanten in funf Serien, und die Schwingungszahlen der ultravioletten Kanten In seiner Dissertation theilt Deslandres [92] auch die Wellenlangen mit

Eine Messung aller Kanten von 497 bis 281 liefert dann Ames [99], die die Anordnung von Deslandres in funf Serien durchaus bestatigt

1) Dieses Band von Lecoq rechnet Deslandres zur zweiten Gruppe

2) Hier liegt nach Deslandres auch ein Band der zweiten Gruppe, und es ist nicht ersichtlich, was Ångstrom und Thalen und Hasselberg gemessen haben

Crew und Baker [132] messen zwei Kanten im Funken Hermesdorf [139] misst die starkeren ultravioletten Banden mit grosser Dispersion, fur die Banden 3805, 3755, 3710, 3577, 3536, 3371 giebt er die volle Auflosung Es werden fur die Kantenserien und die Linienserien die Gesetze von Deslandres gepruft und nur angenahert richtig gefunden — Lawton [187a] misst zwei andere Banden der Gruppe aus 4059 und 3998, und kommt in Bezug auf ihre Structur zu demselben Resultat wie Hermesdorf

Endlich photographirt Deslandres [158] die Bande 3577 mit noch grosserer Dispersion, und findet, dass sie sich aus sechs Linienserien zusammensetze, von welchen aber zwei noch aus Doppellinien bestehen, so dass acht Serien vorhanden waren Drei dieser sechs Serien, die am Anfang am starksten sind, verschwinden etwa in der Mitte der Bande, die drei ubrigen bilden dann die auffallenden Triplets Deslandres giebt Formeln fur diese Serie Er misst in der Bande etwa 299 Linien, wahrend Hermesdorf nur etwa 100 gemessen hatte

Endlich ware zu erwahnen, dass Eder und Valenta [105] in nichtcondensirten Funken zwischen nassen Kohlen die Banden erhalten, und rohe Messungen machen

In der folgenden Tabelle sind die wesentlichen vorhandenen Messungen der Kanten zusammengestellt, die romischen Ziffern davor geben die Eintheilung von Deslandres in funf Reihen Fur die genaue Structur der Banden sehe man Hasselberg [83], Hermesdorf [139] und namentlich Deslandres [158]

Dass die Banden mit dem Druck veranderlich sind, ist schon gesagt, Naheres ist nicht bekannt

Auf Taf II, Figur 3 gebe ich ein kleines Stuck dieses Spectrums, dessen Original und Vergrosserung ich Prof Konen verdanke Auch in diesem Falle ist eine Aufnahme gewahlt, die schwach exponirt und nicht ubermassig scharf ist, da solche sich zur Reproduction besonders gut eignen Man sieht namentlich bei der ersten Bande sehr schon die Tripletserie Bei langerer Belichtung bleibt freilich das Spectrum nicht so einfach, es treten dann weitere schwachere Tripletserien auf Das Spectrum ist also noch viel complicirter, als Deslandres [158] angegeben hat

	Hasselberg (83)	Ames (99)	Lecoq (50)	Ångstrom und Thalen (53)	Salet (46)
IV	—		5457?	—	—
II	5305 84?		—	5306 3?	—
III	5177 94?		5177?	—	—
IV	5068 68		5064	5065 6	5065
I	30 78?		—	32 0	503
V	4975 71	4975 0	4973	4972 0	4973
II	17 49	17 1	16	19 0	491

	Hasselberg (85)	Ames (99)	Deslandres (91, 92)	Hermesdorf (139)	Lecoq (50)	Ångstrom u Thalén (53)	Salet (46)	Eder und Valenta (105)	
III	4814 07	4813 9			4814	4813 0	481		
IV	4722 70	4722 6			4724	4722 0	4715		
I	4665 84	4666 35			4663	4666 0	466		
V	48 63	48 4			44	49 0	464		
II	4573 54	4573 7			4576	4574 0	4576		
III	4489 45	4489 6			4492	4489 0	4491		
IV	15 90	15 7			14	17 0	4413		
V	4356 92	4356 3			4345	4346 0	435		
I	43 80	44 4			—	—	434		
II	4269 41	4269 15			4269	4271 0	4273	4270	
III	00 99	00 85			00	03 0	420	4200	
IV	4141 07	4141 2			4139		4138	4141	
V	4094 20	4094 0			4093		409	—	
I	58 72	59 0			62		406	4058	1)
II	3997 78	3998 0		3998 470	00		3995	3997	1)
III		42 55	3941 5	43 140				3942	
IV		3894 25	3893 5	3895 066				—	
V		56 9	56 2	57 75				—	
I		04 85	04 2	05 112				3803	
II		3755 15	3754 45	3755 535				3755	
III		10 15	09 3	10 687				3711	
IV		3671 35	3670 5	3672 009				3683	
V		42 0	40 9	42 51				3639	
I		3576 85	3576 0	3577 038				3576	
II		36 5	36 4	36 810				3536	
III		00 15	3499 1	00 508				3499	
IV		3469 05	68 1	—				—	
V		46 2	45 3	—				—	
I		3371 2	3370 8	3371 486				3369	
II		38 6	38 1	38 83					
III		09 4	08 7	09 800					
IV		3284.8	3284 2	3285 260					
V		67 5	67 1	68 063					
II		3158.9	3158 3	3159 233					
III		35.7	34 9	35 900					
IV		16 4	15 75	16 747					
V		03 8	03 2	04 124					
III		2976 7	2976 1					2976	
IV		61 9	60 8					2962	
V		53 0	52 4					2953	
IV		2819 7	2818 7						
V		14 15	13 1						

3) Die dritte positive Gruppe

Einige Kanten derselben sind zuerst von Liveing und Dewar [78] gefunden worden Sie geben als ungefähren Werth der Hauptkanten an 2718, 2588, 2479, 2373 Diese Banden treten auf im Kohlenbogen, der in einem Magnesiablock brennt, in nichtcondensirten Funken in Luft und N, nicht da-

1) Lawton (187a) giebt 4059 458 und 3998 419

gegen in H und CO_2, also gehoren sie wahrscheinlich zu N Sie werden auch in der Cyanflamme gefunden Liveing und Dewar geben eine gute Zeichnung der Banden jedes Band beginnt mit zwei starken Linien, auf welche bald zwei weitere starke Linien folgen, das weitere Band besteht aus Paaren

Dann findet Deslandres [85] die Banden, giebt eine Zeichnung der Kanten von 300 bis 205 und eine kleine Zeichnung eines Bandes Messungen der Kanten bringt er in seiner Dissertation [92] Dann hat Schniederjost [149] die Kopfe der starksten Banden gemessen Spater nimmt Deslandres mit Kannapell [159] die Untersuchung mit grosser Dispersion auf Sie geben eine grosse Zeichnung der bei 2370 beginnenden Bande, welche zeigt, dass von jeder der genannten vier starken Linien Serien von Paaren ausgehen, so dass im Ganzen 8 Linienserien vorhanden sind Es werden Formeln fur sie berechnet

Endlich hat auch Eder [104] die vier starksten Banden gemessen und giebt kleine Zeichnungen ihrer Structur Eder misst die vier starken Linien und eine Reihe der weiteren, die Dispersion reichte aber nicht annahernd aus Eder erhalt die Banden, indem er Ammoniak mit Sauerstoff verbrennt, halt die Banden für unbekannt und bezeichnet sie als Ammoniakbanden Eder findet dabei noch eine weitere ahnlich gebaute Bande zwischen 3432 und 3295, welche er als Hauptbande des Ammoniak bezeichnet Ob dieses Band in der That zu unserer dritten Gruppe gehort, ist unbekannt [1])

Es ist schon bei der allgemeinen Besprechung bemerkt, dass diese Gruppe aller Wahrscheinlichkeit nach nicht zu N gehort, sondern zu einer Verbindung von N und O, sie fehlt haufig, wenn die erste und zweite Gruppe vorhanden sind, oder tritt im Bogen an anderen Stellen auf

Auch diese Kanten lassen sich nach den Zahlen von Deslandres leicht in vier analogen Reihen anordnen, ich habe eine solche Anordnung in der folgenden Tabelle durch die romischen Ziffern bezeichnet

	Deslandres (92)	Schniederjost (149)	Eder (104)
I	3007 2	3009 55	
III	2896 2	—	
I	57 9	2859 80	
II	09 2	—	
III	2762 7	—	
I	21 7	2722 43	2718 3

	Deslandres (92)	Schniederjost (149)	Eder (104)
II	2679 5	—	—
III	38 8	—	—
IV	10 6	—	—
I	2596 1	2595 80	2594 7
II	58 9	—	—
III	24 8	—	—

1) Hier ist auch eine Bemerkung von Hartley (111) zu erwahnen Bei Verbrennung von CO erhalt er die Wasserbanden, aber entgegen dem Gewohnlichen die Bande 306—302 viel starker, als die vorhergehende, er meint, dies Band gehore daher vielleicht zu N+O Das ist sicher nicht der Fall, aber es ware möglich, dass hier ein Band der dritten Gruppe liegt, welches die Wasserbande verstarkt hat

	Deslandres (92)	Schniederjost (149)	Eder (104)
IV	2499.0	—	—
I	79.0	2478.90	2478.0
II	46.9	—	—
III	16.9	—	—
I	2370.3	2370.38	2370.7
III	15.7	—	—

	Deslandres (92)	Schniederjost (149)	Eder (104)
IV	2289.2	—	—
I	68.1	2269.57	2271
II	44.3	—	
III	22.1	—	
II	2154.1	2154.80	
	2052.7	—	

4) Banden des negativen Pols

Dass am negativen Pol bei Funken in Luft oder Stickstoff andere Banden auftreten, als in der übrigen Funken-Bahn, ist schon sehr früh erkannt worden [Dove, v. d. Willigen], aber erst Ångström und Thalén [53] haben drei Bandengruppen im sichtbaren Bandenspectrum gemessen und gezeichnet. Einen grossen Fortschritt bringt Hasselberg [83], der zum ersten Mal die sichtbaren Banden aufgelöst misst und eine Zeichnung liefert. Kurz darauf beschäftigt sich auch Deslandres [87] mit den Banden, deren ultravioletten Theil er findet, er giebt eine kleine Zeichnung des ganzen Spectrums und einer aufgelösten Bande. In seiner Dissertation [92] liefert er die Wellenlängen der ultravioletten Bandengruppen.

Eine Messung aller gesehenen Linien zwischen 4278 und 3769 bringt auch Hemsalech [122, 123]. Endlich giebt Deslandres [166] die Anordnung der Kanten in sechs Reihen, die Auflösung der Banden 4236 und 3914 in Zeichnung. Für letztere Bande wird die Zeichnung bei Atmosphärendruck und bei kleinem Druck ausgeführt. Die Bande bei Atmosphärendruck besteht im Wesentlichen aus zwei Serien von Paaren, von welchen die eine die Bande beginnt, aber etwa in der Mitte der Bande aufhört, während die zweite erst später beginnt, am Ende allein vorhanden ist. Unter kleinem Druck ist hauptsächlich die zweite Serie vorhanden, die nun schon an der Kante beginnt, nur die ersten paar Glieder der ersten Serie sind verhanden.

Banden des negativen Pols

	Ångström und Thalén (53)	Lecoq (50)	Hasselberg (83)	Hemsalech (123)
I	5227.5	5223		
II	5150.0	5148		
I	4709.5	4706	4708.63	
II	4653.5	4648	4651.20	
III	01.2	4601	4599.41	
IV	4555.2	—	53.84	
V	16.5	—	15.34	
VI	—	—	4484.92	
I	4281.0	4276	4278.03	4278.4

	Angstrom und Thalen (53)	Lecoq (50)	Hasselberg (83)	Deslandres (92)	Hemsalech (123)
II	4239 0	4233	4236 29		4236 8
III	03 0	4200	4198 74		4198 8
IV	4175 0		66 35		66 6
I				3914 4	3914 4
II				3883 9	3884 2
III				57 1	57 1
II				3581 5	
III				63 5	
IV				48 2	
IV				3298 5	
V				96 1	

5) Das sogenannte Ammoniakspectrum

Plucker [6] giebt an, von NH_3 im Geisslerrohr erhalte man nur ein Gemisch der Spectra von N und H, aber kein Spectrum der Verbindung Dagegen meint Dibbits [17] ein besonderes Spectrum des Ammoniaks in Flammen zu erhalten Er fuhrt NH_3 in die Leuchtgasflamme, oder verbrennt es mit Wasserstoff gemischt in Luft oder Sauerstoff, oder Stickstoffoxydul, oder er verbrennt es mit Sauerstoff Das Spectrum ist immer das gleiche, wenn auch die Intensitaten verschieden sind Bei weitem am hellsten wird es bei der Verbrennung mit Sauerstoff Dibbits giebt eine farbige Abbildung, die ein ganz regelloses, wie es scheint aus Linien und Bandern zusammengesetztes Spectrum zeigt, und Messungen nach willkurlicher Scala, die sich aber umrechnen lassen, da die Fraunhoferschen Linien eingetragen sind Watts giebt im Index eine solche Rechnung

Auch Mitscherlich [18] erhalt das Spectrum durch Verbrennen von Ammoniak mit Sauerstoff, er giebt eine sehr unklare Zeichnuug, nach der das Spectrum sich vom Orange bis ins Violett erstreckt — Hofmann [42] giebt ebenfalls nur eine Zeichnung des Spectrums, welches er bei Verbrennen eines Gemisches von NH_3 und Wasserstoff mit Sauerstoff erhalt.

Schuster [40, 69] erhalt zum ersten Mal ein Spectrum im Geisslerrohr, indem er das Gas durchstromen lasst; er sieht auf schwachem continuirlichem Grunde ein Band von 5686 bis 5627

Dann folgt eine Mittheilung von Lecoq [84] geht ein Inductionsfunke nach einer wasserigen Losung von Ammoniak, wobei die Flussigkeit den positiven Pol bildet, so bildet sich um die negative Platinspitze eine gelbe leuchtende Schicht, die mit einer Spitze auf der Flussigkeit endet (Vergl Bd I pag 226) Um diese Spitze liegt eine grune Lichtscheibe Das Spectrum des gelben Lichtes stimmt mit dem NH_3-Spectrum von Mitscherlich uberein Lecoq giebt Messungen die grune Scheibe zeigt zwei unscharfe Linien bei 5681 und 5643, die bei breitem Spalt zu einem Band mit scharferem langwelligem Rand zusammenfliessen. — Dasselbe Band zeigt sich bei Funken durch

Ammoniakgas. In Gas, welches Wasserdampf enthält, ist dieses Band desto stärker, je näher man dem positiven Pol kommt, während die für das gelbe Licht genannten Bänder überall gleich stark sind. In trockenem Gas fehlen die Bänder der gelben Schicht; sie treten aber sofort auf, wenn man etwas Sauerstoff zufügt, sie scheinen also durch die Gegenwart von Sauerstoff bedingt zu sein. — Nach diesen Angaben würde man also zwei Spectra zu unterscheiden haben: erstens das grüne Band, welches mit dem von Schuster identisch zu sein scheint, und welches man vielleicht dem Ammoniak zuschreiben kann, und die übrigen Bänder, die wohl einer Verbindung von $N + O$ angehören.

Magnanini [96] veröffentlicht eine ausführliche Messung des Spectrums, welches in der Flamme von $NH_3 + O$ sichtbar ist, es ist nach seinen Angaben zusammengesetzt aus Linien und Bändern, die theils nach Roth, theils nach Violett abschattirt sind. Dasselbe Spectrum zeigte die Flamme der mit Luft oder Sauerstoff verbrennenden Dämpfe von Aethylamin und Triäthylamin.

Auch Eder [101, 104] untersucht das Spectrum, aber mit Hilfe der Photographie und weit ins Ultraviolett hinein, und veröffentlicht eine Photographie. Als besonders characteristisch findet Eder Gruppen im Ultraviolett, welche identisch sind mit der dritten positiven Gruppe von Deslandres, also zweifellos nichts mit NH_3 zu thun haben, sondern wahrscheinlich zu $N + O$ gehören. Das verstärkt die Vermuthung, dass auch das sichtbare Spectrum zu $N + O$ gehöre.

Hartley [109] findet in der Flamme von NH_3 mit Luft nur die Wasserdampfbanden; er sagt bei dieser Gelegenheit, einige der Eder'schen Banden gehörten nicht zu Ammoniak, wahrscheinlich meint Hartley die ultraviolette Gruppe.

Aus neuerer Zeit finden sich noch zwei Angaben. Gehlhoff [189] lässt den Strom einer Hochspannungsbatterie durch strömendes verdünntes Gas gehen: im Glimmlicht, am positiven und negativen Pol, sieht er ein Band 568—563, — offenbar wieder das Schuster'sche Band.

De Watteville [194] mischt der Luft eines Bunsenbrenners Staub von Ammoniaklösung zu und erhält ein Spectrum, welches mit dem Eder-schen identisch ist. Da aber der Staub von Ammoniumnitrat oder von Salpetersäure das gleiche Spectrum liefern, schliesst er, es könne nicht dem Ammoniak angehören.

Fasse ich alle diese Angaben zusammen, so ist zu schliessen, dass das bisher dem Ammoniak zugeschriebene Spectrum in Wahrheit zu $N + O$ gehört, nur das Band von Schuster, welches wahrscheinlich das Doppelband von Lecoq ist, kann vielleicht für Ammoniak characteristisch sein.

Für die folgende Tabelle habe ich die Angaben von Dibbits neu in Wellenlängen umgerechnet. Ich hatte das zuerst in meinem Lehrbuch der Spectralanalyse 1883 gethan, und diese Zahlen hat Eder angeführt. Zum Vergleiche gebe ich auch die Reduction der Zahlen durch Watts. Die

Reduction der Zeichnung von Hofmann entnehme ich meinem Lehrbuch der Spectralanalyse.

Man wird aus der Tabelle ersehen, dass das Spectrum noch völlig unbekannt ist, mit derartigen Zahlen, bei denen man meist nicht weiss, ob es sich um Linien, Kanten oder Maxima von Banden handelt, ist garnichts anzufangen, — oder auch alles Beliebige zu machen. So vergleicht z. B. Magnanini seine Zahlen mit dem zweiten Wasserstoffspectrum von Hasselberg und findet viele Coincidenzen. In der Tabelle bedeutet L Linie, B Band.

Dibbits (17) von mir reducirt	Dibbits nach Watts	Hofmann (42)	Lecoq (84)	Magnanini (96)	
712—662 schwaches Licht				6666 L	5
662 } schwache Streifen	6629	663 bis		6626 L	5
		659		6602 schwach	3
653 }	6542			6562—6532 B	4
651—633 gleichmässig hell	6420	644—642		6488—6433 B	5
		637—633		6405 L	6
				6387 L	3
				6366 L	5
				6351 L	3
633—628 Band, doppelt	6302		{ 6325 u	6329 u v	8
			{ 6293 u	6292 u v	9
624—605, darin 3 Streifen		625—620		6262	6
623 }	6227			6228	7
				6220	5
619 }	6185	617	6180 u	6188 u v	9
				6170	6
612 }	6117	613		6114 } U	8
				6094 }	7
				6070 u	4
606—602, darin 3 Streifen	6036	606—603	{ 6045 u	6050 u v } bilden ein Band	9
				6044 }	7
602—600				6022 }	8
600 } schwache Streifen	5982			6014 }	7
598 }	5970	601	{ 6008 u	6005 u v }	9
598—571, darin zwei	5834	597	5964 u	5972	9
schwache Streifen				5958	8
				5922	6
				5912	6
		589		5886 u v	6
				5882	5
		585—583		5869 U	7
				5860	5
				5832	5
				5805—5787 B	6
581 }	5807			5773 L	8
576 }	5754			5762 u v	7
		574—571		5746 u r	7
				5735	5
571 hellster Streif des				5724—5710 B u v	5
ganzen Spectrums	5704		5704 u	5702 u v	10

Dibbits (17) von mir reducirt	Dibbits nach Watts	Hofmann (42)	Lecoq (84)	Mangnanini (96)	Eder (104)
570—569				5693 9	
569—555 gleichmässig	5664			5674—5654 B 3	
hell, aufgelöst	5617			5640 4	
				5630 2	
				5608 u 1	
		559—546		5597—5568 3	
555—554		555—540		5557 5	
554—541 aufgelöst	5466			5525 u r 4	
				5485 4	
541—540			5470 u v	5460—5438 B u r 5	
540—527 B aufgelöst, darin	5382		bis	5430 6	
540 und			5406	5416 u v 6	
534	5330	538		5390 U 5	
		534		5339—5303 B 3	
527—524 B	5284	528—526		5270—5262 B 5	
			5253 U B	5253—5212 B 5	
524—523				5232 u 2	
523—517 B aufgelöst	5158	519—516		5212—5170 B 3	
517—513		•		5166 5	
				5156 u 4	
513 heller Streif	5128	513		5127—5123 u v 5	
510—508				5115—5108 u 5	
508 heller Streif	5079	507—502		5084—5072 B u r 5	5079
501—500		498		5072—5020 B 3	5007
500—492 schwach	4997	496—495		4995—4955 B 3	4984, 4966
492				4923 B 2	4921
492—477 schwach, abnehmend		488—485		4878—4864 B 2	4895, 4869
				4840 1	4839
477 heller Streif	4782	480—479		4789—4774 1	4785, 4777, 4747, 4722
477—418, schwach, abnehmend		470—469		4550—4526 ½	4678, 4662, 4641, 4620, 4566
		467—465		—	4549, 4534
		461—459		4513—4492 ½	4511, 4499 u. s. w.

Eder giebt noch eine grössere Zahl von Linien bis 3572, dann folgen die Banden der dritten positiven Gruppe.

6) Die Absorption der (N + O)-Verbindungen.

Ich habe unter der Literatur auch die Angaben für die Absorptionsspectra der zahlreichen (N + O)-Verbindungen und für NH_3 mit aufgeführt. Ich gehe hier nicht weiter darauf ein, man sehe dafür Band III p. 362–365 und p. 370—371. Zu den dort besprochenen Arbeiten ist noch eine Abhandlung von Warburg und Leithäuser [195] hinzugekommen.

AUTOREN-REGISTER.

SACH-REGISTER

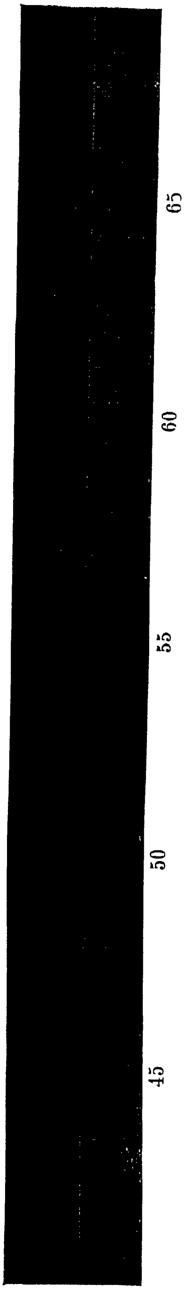


Fig 1 (S 138)

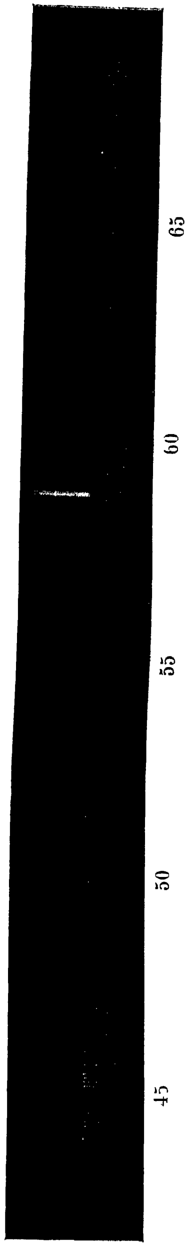


Fig 2 (S 138)

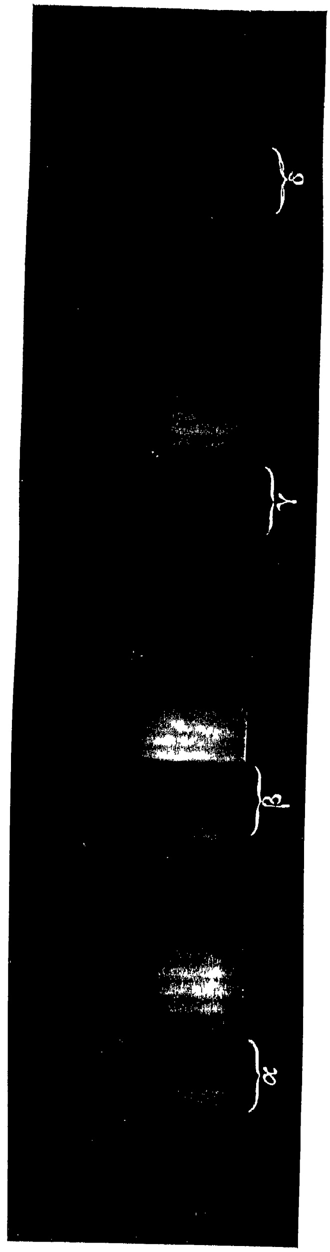


Fig 3 (S 416)

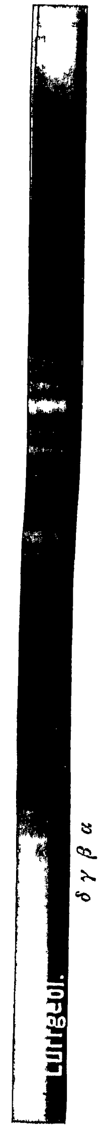


Fig 4 (S 416)

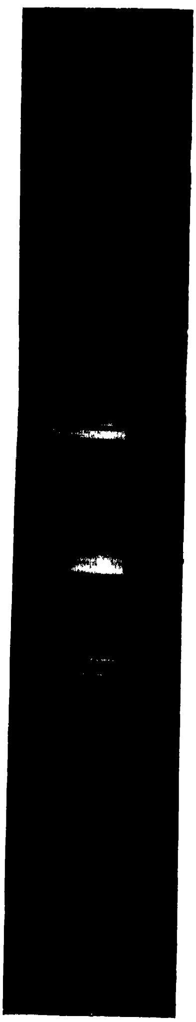


Fig 1 (S 769)

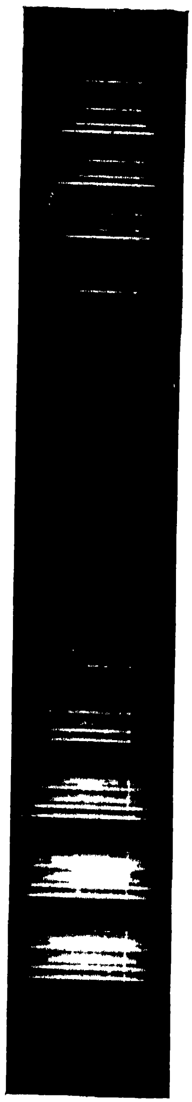


Fig 2 (S 822)

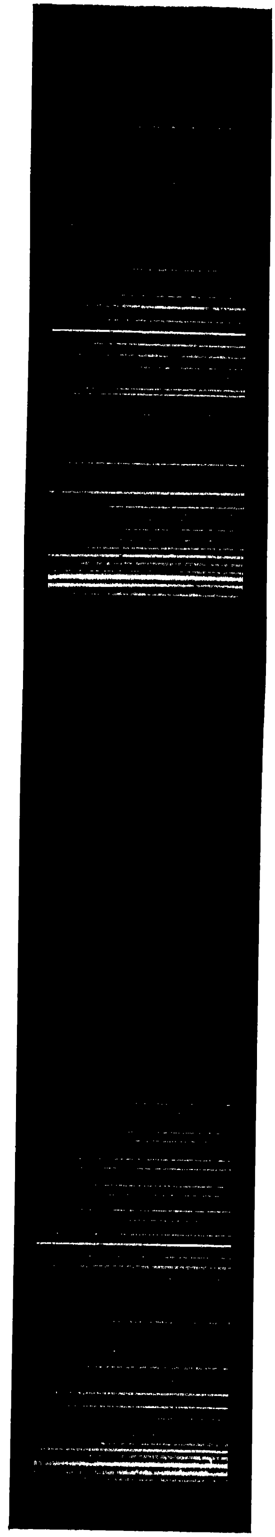


Fig 3 (S 831)

Verlag von S Hirzel, Leipzig